

# **UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

FACULTAD DE BELLAS ARTES

Departamento de Pintura  
(Pintura y Restauración)



## **TESIS DOCTORAL**

**Protocolos de conservación y restauración aplicables a la colección de  
aves y mamíferos naturalizados del Museo Nacional de Ciencias  
Naturales de Madrid (MNCM-CSIC)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Rita Gil Macarrón**

Directores

**Sonia Santos Gómez  
Luis Castelo Sardina  
Carlos Pereira Prado**

**Madrid, 2016**



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE BELLAS ARTES  
DEPARTAMENTO DE PINTURA Y RESTAURACIÓN

## Protocolos de Conservación y Restauración aplicables a la Colección de Aves y Mamíferos Naturalizados del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC)

Rita Gil Macarrón

Tesis Doctoral dirigida por:  
Sonia Santos Gómez  
Luis Castelo Sardina  
Carlos Pereira Prado



Madrid, 2015





*" Un país, una civilización se puede juzgar por la forma en que trata a sus animales".*

**Mahatma Gandhi**





## AGRADECIMIENTOS

---

Esta tesis se la dedico especialmente a mi madre, Ana Macarrón por todo su apoyo emocional, laboral y económico, por todo lo que he aprendido de ella, por ser una persona incondicional en mi vida y por valorarme tanto, que ha hecho que haya creído en mí.

Agradecer a mis directores de tesis Sonia Santos, Luis Castelo Sardina y Carlos Pereira, todo su esfuerzo y dedicación. La elección no podría haber sido más acertada ni más idónea. He tenido la suerte de contar con tres grandes profesionales y mejores personas, de los que he aprendido mucho y he podido colaborar en publicaciones y otros proyectos y con los que creo se ha labrado una bonita relación de amistad. Cada uno ha realizado aportes vitales en el desarrollo de los temas tratados y espero, asimismo, que para ellos esta investigación haya resultado también provechosa.

Quiero agradecer también en especial a Josefina Barreiro (Conservadora de la Colección de Aves del MNCN), a Luis Castelo Vicente (Preparador del MNCN) y a Elena López Errasquín (Conservadora de la Colección de Mamíferos del MNCN-CSIC) su generosidad, consejos e inestimable ayuda. Sin la participación de la primera, esta tesis no hubiera sido posible, ya que cuando aparecí por el Museo planteando que tenía intención de desarrollar un trabajo de este tipo, me recibió con los brazos abiertos, interesándose vivamente por él. Hacia Luis también quería expresar mi agradecimiento, dado que con gran generosidad se ha dispuesto a compartir sus vastos conocimientos sobre el Museo y su historia, siempre con un tono cercano y simpático. Igualmente quiero agradecer a Elena su inmediata confianza en mí y todo su apoyo. Me han hecho sentir muy a gusto y han sido muy generosos. Gracias de corazón.

Al MNCN-CSIC por facilitarme, por medio de sus conservadores, el acceso a los especímenes que se han podido estudiar en esta tesis.

A este Museo y al del Prado por dejarme presenciar y documentar el traslado de las piezas del MNCN-CSIC prestadas al Museo del Prado para la exposición "Historias Naturales. Un proyecto de Miguel Ángel Blanco" en 2014 y en especial a las restauradoras de la Colección de escultura, Elena Arias y Sonia Tortajada por ponerme en contacto con la dirección del Museo del Prado y hacer de intermediarias para facilitar mi visita.

A Eusebio Bonilla por gestionarme el permiso de estancia en el MNCN-CSIC para poder investigar con mayor comodidad y gestionar así mismo la visita durante el desmontaje de la exposición ya mencionada.

Al personal de la Biblioteca y Archivo del MNCN-CSIC, en especial a Gregorio Adán, Noelia Cejuela Villagraz y María Pilar Rodríguez Luque "Piluca" por su ayuda y recomendaciones en las consultas al archivo.

A la Dra. . Marta Bermejo Bermejo (Jefe de Unidad de Vigilancia de la Salud y Medicina del Trabajo del CSIC) por facilitarme toda la información sobre tóxicos y prevención de riesgos laborales que se aborda en esta investigación.

Agradecer a la Facultad de Bellas Artes y los miembros de la administración por dejarme tratar las piezas naturalizadas propiedad de la Facultad de Bellas Artes y cederme espacios para poder hacerlo. A Víctor Zarza (entonces Director del Departamento de Pintura y Restauración, a la Gerenta Carmen Cuevas, a Josu Larrañaga (antiguo Decano), y Maribel Báez (antigua Secretaria del Departamento de Pintura y Restauración) y a Paloma Albalá por todas sus gestiones y profesionalidad.

Agradecer también a numerosas personas de la Facultad su apoyo, cariño, prestarme material, herramientas y equipación y dejarme espacios para trabajar en las pruebas, porque sin financiación de ningún tipo ha sido complicado poder finalizar esta tesis doctoral. A ello ha contribuido la generosidad de un gran número de personas: Marta Plaza, Ana Calvo, Montaña Galán, Luis Priego, Carlos Romero "Carlitos", Margarita S. Andrés, Jorge Rivas, Ruth Chercoles, Silvia García Fernández y al personal de Conserjería, en especial a Chema y a Lola. A Amelia, Paloma, Antonio y demás personal de la biblioteca, agradezco todas sus gestiones para satisfacer todas mis peticiones. Gracias de nuevo.

Mi reconocimiento también a Isabel García Real (Jefe del Servicio de Diagnóstico por Imagen), Isabel García Nieto (técnico en RX), Gabriel Manso Díaz (investigador), de la Facultad de Veterinaria de la UCM y a Manuel José Chamorro Sancho (responsable de la unidad CT), y Pascual Terán (técnico CT), del Centro Militar de Veterinaria de la Defensa, por realizar de manera desinteresada los estudios radiográficos y de TAC que se presentan en esta tesis y en la publicación derivada de esta tesis *Procedures and materials used in the mounting of two birds which belong to the Natural Sciences National Museum (MNCN-CSIC) and the Complutense University of Madrid (UCM)* realizada por Rita Gil, Sonia Santos, Luis Castelo Sardina, Margarita San Andrés y Andrés Sánchez Ledesma (2014).

A las veterinarias de "Lupe" mi perrita, Laila, María y Lorena de la "Clínica Veterinaria la Cañada," por realizarme las radiografías de algunas piezas y por su cariño, y a José el dueño de la clínica por autorizar las pruebas.

A Andrés Sánchez Ledesma por sus consejos y ayuda en la realización e interpretación de los resultados efectuados en las pruebas de limpieza y en la publicación ya citada.

A Enrique Parra (químico del IPCE) por su inestimable ayuda en los estudios realizados por medio de FTIR y Cromatografía efectuados en las pruebas de limpieza.

A Alfonso Rodríguez Muñoz (técnico) del Centro Nacional de Microscopía Electrónica (CNME) por la realización de las pruebas de MEB-EDX y al director José González Calbet y la secretaria del centro María de la Calle por su ayuda y generosa colaboración.

A María José Maíz y SIT por su valiosa aportación a esta tesis con sus informaciones sobre transporte y embalaje de Colecciones de Historia Natural.

A Gladys León de Lozano por su interés en este tema y por regalarme su libro *Bioseguridad en el manejo de tóxicos en el arte y otros ámbitos* que ha servido de fuente para esta investigación.

A María Hita de Bohalar de la empresa Curator, por preparar una emulsión especial para la rehidratación de especímenes montados para futuras investigaciones derivadas de esta tesis.

Al Hospital veterinario El Bosque, de Villaviciosa de Odón, por facilitarme las plumas de colores de distintas aves exóticas para poder hacer las pruebas de limpieza y de reproducción de plumas por distintos métodos.

A Nieves Valentín (Doctora en Ciencias Biológicas. IPCE), Ricardo Amils Pibernat (Experto en Microbiología y Biología Molecular de extremófilos del Centro de Astrobiología. CSIC), María Ardiaca (Centro Veterinario Los Sauces, Especialistas en Animales Exóticos), Javier Gutiérrez Meana (Coordinador del Proyecto INSIDDE), Gabriel (Benedito) por atenderme, satisfaciendo amablemente las consultas que les he realizado.

A investigadores como Santiago Aragón y Salvador Pérez Moreno “El ciervo” por sus publicaciones, que han contribuido a realizar un boceto de la historia de la taxidermia en España.

Quiero agradecer a mi familia (a los que están y a los que se han ido: gracias tía Chón donde quiera que estés), todo su apoyo y decirles que soy muy afortunada por tenerlos y que me han proporcionado una seguridad incalculable, que me ha dado las fuerzas necesarias para seguir adelante con este proyecto.

A mis amigos que en los momentos más difíciles de mi vida han estado allí cuando no me aguantaba ni yo, en especial a Aro, Rochi, Sandri (Gracias Sandri además por intentar maquetarme la tesis), a Caye (Gracias Caye por tus traducciones del alemán) y Sarita, que hasta desde el extranjero me han sostenido y no han dejado que me hundiera. También a Joana, Gominolis, Sara, Eusebio, Liber, Azu, Pascu, Charly, Laura, Soco y Emilio...y todos los demás que saben que les quiero pero que no me caben aquí. Gracias también a Carmen Hirt por todo su apoyo, incondicionalidad, cariño y generosidad todos estos años.





## ÍNDICE

---

<b>1</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA DE TRABAJO .....</b>	<b>33</b>

### **PARTE I. INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA, HISTORIA NATURAL Y TAXIDERMIA.**

<b>6</b>	<b>ACLARACIONES DE CONCEPTO Y DEFINICIÓN DE TAXIDERMIA.....</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2</b>	<b>DIVERSOS PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO DE LA PIEL.....</b>	<b>44</b>
6.2.1	MOMIFICACIÓN/EMBALSAMAMIENTO .....	44
6.2.2	LIOFILIZACIÓN .....	46
6.2.3	TAXIDERMIA/NATURALIZACIÓN/DISECAR .....	46
6.2.4	LA INDUSTRIA DEL CUERO Y LA PELETERÍA .....	48
6.2.5	ARTE PLUMARIO .....	55
6.2.6	DESECACIÓN .....	57
6.2.7	PERGAMINO Y VITELA .....	58
<b>6.3</b>	<b>IMPORTANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL EN LA DETERMINACIÓN DE SU ESTABILIDAD Y LOS TRATAMIENTOS A APLICAR EN ELLA. ....</b>	<b>61</b>
<b>6.4</b>	<b>TERMINOLOGÍA Y SEMÁNTICA DE LA TAXIDERMIA .....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>LOS MUSEOS DE CIENCIAS Y LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL.....</b>	<b>67</b>
<b>7.1</b>	<b>CREACIÓN Y EVOLUCIÓN DE LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL .....</b>	<b>67</b>
7.1.1	INTRODUCCIÓN.....	67
<b>7.2</b>	<b>ORIGEN, OBJETIVOS Y GÉNESIS DE LOS MUSEOS DE CIENCIAS. ....</b>	<b>69</b>
<b>7.3</b>	<b>LAS COLECCIONES DE LOS MUSEOS DE CIENCIAS: COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA. ....</b>	<b>78</b>
<b>7.4</b>	<b>LA UTILIDAD DE LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL.....</b>	<b>81</b>
<b>8</b>	<b>BREVE HISTORIA DE LA TAXIDERMIA .....</b>	<b>85</b>
<b>8.1</b>	<b>LA TAXIDERMIA EN EL MUNDO.....</b>	<b>85</b>
<b>8.2</b>	<b>LA TAXIDERMIA EN ESPAÑA. ....</b>	<b>99</b>

<b>8.3 LA TAXIDERMIA EN EL MNCN.....</b>	<b>106</b>
8.3.1 DISECADORES Y TAXIDERMISTAS DEL MUSEO .....	108
8.3.2 ESTRUCTURA DEL LABORATORIO DE TAXIDERMIA DEL MUSEO: PLAZAS DE DISECADOR Y ORGANIZACIÓN.....	110
8.3.3 LA EVOLUCIÓN EN LA CALIDAD DE LA TAXIDERMIA DEL MUSEO .....	110
<b>9 EL MNCN .....</b>	<b>115</b>
<b>9.1 HISTORIA DEL MNCN .....</b>	<b>115</b>
<b>9.2 COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA COLECCIÓN DE AVES Y MAMÍFEROS EN EL MNCN .....</b>	<b>126</b>
9.2.1 NÚMERO DE EJEMPLARES Y PROCEDENCIA .....	127
9.2.2 TIPOS DE PIEZAS Y FORMAS DE CONSERVACIÓN .....	129
<b>9.3 COLECCIÓN DE ANIMALES NATURALIZADOS .....</b>	<b>137</b>
9.3.1 NÚMERO DE ESPECÍMENES Y DISTRIBUCIÓN .....	137
9.3.2 CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LOS ANIMALES MONTADOS .....	142
<b>10 FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS DE LA TAXIDERMIA .....</b>	<b>159</b>
<b>10.1 INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA .....</b>	<b>161</b>
<b>10.2 MAMÍFEROS Y AVES (MORFOLOGIA Y CONSTITUCIÓN) .....</b>	<b>165</b>
10.2.1 AVES .....	165
10.2.2 MAMÍFEROS (MAMMALIA) .....	182
<b>11 MATERIALES CONSTITUTIVOS, METODOLOGÍA Y RECETAS (FÓRMULAS) EMPLEADAS EN EL MONTAJE DE ESPECÍMENES NATURALIZADOS .....</b>	<b>191</b>
<b>11.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>191</b>
<b>11.2 AVES NATURALIZADAS (PIELES MONTADAS) .....</b>	<b>193</b>
11.2.1 MORFOLOGÍA.....	194
11.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS .....	195
11.2.2.1 NATURALES.....	195
<b>11.3 MAMÍFEROS NATURALIZADOS (PIELES MONTADAS).....</b>	<b>219</b>
11.3.1 MORFOLOGÍA.....	219
11.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS .....	221
11.3.2.1 NATURALES.....	221
11.3.2.2 ARTIFICIALES .....	226
<b>11.4 PINTURA/POLICROMÍA.....</b>	<b>244</b>
<b>11.5 ALGUNOS PRODUCTOS Y RECETAS EMPLEADAS EN LA PREPARACIÓN DE LA PIEL. ....</b>	<b>249</b>
<b>11.6 PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES EN EL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES .....</b>	<b>255</b>



## PARTE II. LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE MAMÍFEROS Y AVES NATURALIZADOS.

<b>12 ANÁLISIS Y PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS APLICABLES AL ESTUDIO DE LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL (ESPECÍMENES NATURALIZADOS).....</b>	<b>269</b>
12.1 INTRODUCCIÓN .....	269
12.2 MÉTODOS DE ESTUDIO NO DESTRUCTIVOS.....	270
12.3 MÉTODOS DE ESTUDIOS DESTRUCTIVOS.....	283
<b>13 TOXICIDAD Y OTROS RIESGOS DE LAS COLECCIONES NATURALIZADAS.....</b>	<b>297</b>
13.1 INTRODUCCIÓN .....	297
13.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES TÓXICOS EN LAS COLECCIONES DE AVES Y MAMÍFEROS .....	304
13.3 PREVENCIÓN: MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE COLECCIONES .....	315
13.4 OTROS RIESGOS PARA LA SALUD .....	322
13.5 RECOMENDACIONES PARA EL MNCN-CSIC .....	324
<b>14 DAÑOS Y AGENTES DE DETERIORO. FACTORES DE ALTERACIÓN.....</b>	<b>325</b>
14.1 INTRODUCCIÓN .....	325
14.2 FACTORES EXTRÍNSECOS DE DEGRADACIÓN .....	327
14.2.1 HUMEDAD RELATIVA INADECUADA .....	327
14.2.2 TEMPERATURA INADECUADA .....	333
14.2.3 ILUMINACIÓN INADECUADA.....	339
14.2.4 ATAQUE BIOLÓGICO .....	342
14.2.5 CONTAMINANTES .....	348
14.2.6 PROBLEMAS CON EL PH .....	351
14.2.7 POLVO.....	353
14.2.8 MANIPULACIÓN INADECUADA Y RESTAURACIONES DESACERTADAS .....	355
14.2.9 ALMACENAJE INADECUADO Y PROBLEMAS DE ESPACIO .....	357
14.2.10 INCONVENIENTES DURANTE LA EXPOSICIÓN.....	358
14.2.11 NEGLIGENCIA, ACCIDENTES, ROBOS Y VANDALISMO .....	359
<b>14.3 FACTORES INTRÍNSECOS .....</b>	<b>361</b>
14.3.1 INTRODUCCIÓN.....	361
14.3.2 NATURALEZA DEL ANIMAL .....	362
14.3.3 UNA PREPARACIÓN DEFICIENTE .....	366
14.3.4 DEFICIENCIAS PREVIAS DEL MATERIAL EMPLEADO ANTES DEL MONTAJE.....	367
<b>14.4 TIPOLOGÍAS DE DAÑOS E IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE LOS DETERIOROS .....</b>	<b>369</b>
<b>14.5 PROBLEMAS ESPECÍFICOS DEL MNCN .....</b>	<b>375</b>

<b>15 CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y/O MANTENIMIENTO .....</b>	<b>385</b>
<b>15.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>385</b>
<b>15.2 CONDICIONES DE TEMPERATURA, HR, ILUMINACIÓN Y CONTAMINATES.....</b>	<b>389</b>
15.2.1 TEMPERATURA .....	389
15.2.2 HUMEDAD RELATIVA .....	394
15.2.3 ILUMINACIÓN.....	398
15.2.4 NIVELES DE POLUCIÓN ACONSEJABLES .....	407
<b>15.3 MANIPULACIÓN .....</b>	<b>408</b>
<b>15.4 ALMACENAJE .....</b>	<b>413</b>
<b>15.5 EXPOSICIÓN .....</b>	<b>433</b>
<b>15.6 INFORMACIÓN ASOCIADA, SEÑALIZACIÓN, REGISTRO, ETIQUETA, ETC.....</b>	<b>437</b>
<b>15.7 TRANSPORTE.....</b>	<b>442</b>
<b>15.8 SEGURIDAD .....</b>	<b>451</b>
<b>15.9 MANTENIMIENTO .....</b>	<b>454</b>
<b>15.10 LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN EL MNCN .....</b>	<b>456</b>
15.10.1 CONDICIONES DEL MUSEO (MNCN-CSIC) .....	456
15.10.1.1 LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN EL MUSEO A LO LARGO DE SU HISTORIA.....	456
15.10.1.2 CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES ACTUALES .....	457
15.10.1.3 ILUMINACIÓN .....	463
15.10.1.4 SEÑALIZACIÓN EN EXPOSICIONES .....	467
15.10.1.5 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.....	468
15.10.1.6 GESTIÓN DE LAS COLECCIONES .....	468
15.10.1.7 DOCUMENTACIÓN.....	469
15.10.1.8 SEGURIDAD .....	469
15.10.1.9 TRANSPORTE .....	469
15.10.2 RECOMENDACIONES PARA EL MNCN .....	472
15.10.2.1 REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN .....	473
15.10.2.2 MEDICIÓN DE HR Y TEMPERATURA .....	474
<b>16 PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN CURATIVA Y RESTAURACIÓN. CRITERIOS, METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS .....</b>	<b>475</b>
<b>16.1 INTRODUCCIÓN. ALGUNAS CUESTIONES RELATIVAS A LOS CRITERIOS A APLICAR .....</b>	<b>475</b>
16.1.1 OBJETO DE LA INTERVENCIÓN .....	475
16.1.2 NOTAS HISTÓRICAS SOBRE RESTAURACIÓN.....	476
16.1.3 ¿QUÉ SE ENTIENDE ACTUALMENTE POR CONSERVACIÓN CURATIVA Y POR RESTAURACIÓN?...	478
16.1.4 POSTURAS ACTUALES EN RESTAURACIÓN DE ESPECÍMENES NATURALIZADOS .....	479

16.1.5¿INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA, MÍNIMA INTERVENCIÓN, O RECONSTRUCCIÓN TOTAL?	482
16.1.6RECOMENDACIONES DEL MINISTERIO DE CULTURA ESPAÑOL (MCU): DECÁLOGO DE LA RESTAURACIÓN EN BIENES MUEBLES.....	483
16.1.7¿CÓMO APLICAR ESTOS PRECEPTOS A LAS COLECCIONES NATURALIZADAS? .....	483
16.1.8METODOLOGÍA DE CONSERVACIÓN: PASOS A SEGUIR .....	487
16.1.9LA RESTAURACIÓN EN EL MNCN.....	489
16.1.10 CONCLUSIONES Y PROPUESTA PERSONAL EN CRITERIOS DE INTERVENCIÓN .....	495
<b>16.2 TRATAMIENTOS DESINFECTANTES/DESINSECTANTES .....</b>	<b>499</b>
16.2.1HISTORIA DE LOS PESTICIDAS EMPLEADOS EN LOS MUSEOS .....	499
16.2.2SISTEMAS ALTERNATIVOS A LOS PESTICIDAS EMPLEADOS EN LA ACTUALIDAD .....	508
16.2.2.1 CHOQUE TÉRMICO .....	508
16.2.2.2 LIMPIEZA MECÁNICA.....	512
16.2.2.3 LA RADIACIÓN GAMMA .....	512
16.2.2.4 ANOXIA .....	513
16.2.2.5 DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS .....	517
16.2.2.6 LAS TRAMPAS DE MONITOREO .....	517
16.2.3TRATAMIENTOS PUNTUALES SOBRE LOS OBJETOS TRAS LA INFESTACIÓN.....	520
16.2.4GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS (IPM) .....	522
16.2.5PESTICIDAS Y CONTROL DE PLAGAS EN EL MNCN .....	528
<b>16.3 LIMPIEZA .....</b>	<b>529</b>
16.3.1FUNDAMENTOS DE LA LIMPIEZA .....	529
16.3.2MATERIALES, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS DE LIMPIEZA. ....	532
16.3.2.1 LIMPIEZA EN SECO O LIMPIEZA FÍSICA .....	533
16.3.2.2 ASPIRACIÓN E INSUFLAR AIRE (AIRE A PRESIÓN) .....	534
16.3.2.3 MATERIALES DE LIMPIEZA MECÁNICA .....	537
16.3.2.4 LIMPIEZA EN HÚMEDO .....	539
16.3.2.4.1 LOS MÉTODOS ACUOSOS .....	540
16.3.2.5 PAPETAS, ESPUMAS Y PRODUCTOS DE MOLDEO. ....	543
16.3.2.6 OTROS DISOLVENTES .....	544
16.3.2.7 EL LÁSER.....	546
16.3.2.8 LIMPIEZA CON ULTRASONIDOS.....	548
16.3.3APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS A DIFERENTES MATERIALES .....	549
16.3.3.1 PLUMAS Y AVES NATURALIZADAS .....	549
16.3.3.1.1 MÉTODOS EN SECO .....	551
16.3.3.1.2 LIMPIEZA EN SECO .....	551
16.3.3.1.3 MÉTODOS HÚMEDOS.....	553
16.3.3.1.4 LA UTILIZACIÓN DE PAPETAS Y GELES A BASE DE ARCILLAS, FIBRAS DE PAPEL U OTROS .....	564
16.3.3.1.5 LIMPIEZA POR ULTRASONIDOS.....	565
16.3.3.1.6 LÁSERES .....	565
16.3.3.1.7 OTROS TRATAMIENTOS DE LIMPIEZA.....	568



16.3.3.2	INVESTIGACIÓN SOBRE LOS MÉTODOS DE LIMPIEZA A EMPLEAR SOBRE LAS AVES NATURALIZADAS DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES (MNCN) Y LA FACULTAD DE BELLAS ARTES (UCM).....	569
16.3.3.3	PIEL, PELAJE Y MAMÍFEROS NATURALIZADOS.....	579
16.3.3.3.1	LIMPIEZA CON PROCEDIMIENTOS EN SECO .....	579
16.3.3.3.2	LIMPIEZA CON PROCEDIMIENTOS EN HÚMEDO (ACUOSOS).....	580
16.3.3.3.3	LIMPIEZA CON DISOLVENTES .....	581
16.3.3.3.4	LIMPIEZA CON LÁSER.....	582
16.3.3.3.5	EJEMPLOS DE LIMPIEZAS PROGRESIVAS .....	583
16.3.3.4	MATERIAL ÓSEO U OSTEOLÓGICO (HUESO, ASTA Y MARFIL) .....	585
16.3.3.5	LIMPIEZA DE OTROS MATERIALES.....	587
16.3.3.5.1	POLICROMÍA.....	587
16.3.3.5.2	OJOS DE VIDRIO.....	588
16.3.3.5.3	MADERA .....	589
16.3.3.5.4	RELLENOS.....	590
16.3.3.5.5	METAL.....	591
16.3.3.5.6	ESCAYOLA (MOLDES Y RELLENOS) .....	592
16.3.3.6	ELIMINACIÓN DE RESTAURACIONES .....	593
16.3.4	ELIMINACIÓN O MITIGACIÓN DE PESTICIDAS Y OTROS TÓXICOS DE LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL .....	595
16.3.4.1	INTRODUCCIÓN .....	595
16.3.5	APLICACIONES A LAS PIEZAS DEL MNCN-CSIC.....	606
<b>16.4</b>	<b>CORRECCIÓN DE DEFORMACIONES .....</b>	<b>608</b>
16.4.1	INTRODUCCIÓN.....	608
16.4.2	REVERSIBILIZACIÓN DE DIFERENTES MATERIALES .....	609
16.4.2.1	PIEL, PELAJE Y PLUMAJE.....	609
16.4.2.1.1	PIEL.....	609
16.4.2.1.2	CORRECCIÓN DE DEFORMACIÓN EN PIEL, PELAJE/PLUMAJE Y OTROS ELEMENTOS PROTEICOS 610	
16.4.2.1.3	PLUMAJE Y PELAJE .....	616
16.4.2.2	RELLENOS, ARMAZONES Y PEANAS .....	619
16.4.2.3	METAL .....	621
16.4.2.4	MADERA.....	621
16.4.2.5	OTROS ELEMENTOS .....	622
16.4.2.5.1	ETIQUETAS Y OTROS ELEMENTOS DE PAPEL .....	622
16.4.2.5.2	CAPA PICTÓRICA.....	623
<b>16.5</b>	<b>CONSOLIDACIÓN Y ADHESIÓN DE ESTRATOS Y ESTRUCTURAS.....</b>	<b>625</b>
16.5.1	DEFINICIÓN Y TIPOS DE INTERVENCIÓN.....	625
16.5.1.1	DEFINICIONES .....	625
16.5.1.2	CRITERIOS DE INTERVENCIÓN .....	627
16.5.1.3	TIPOS DE INTERVENCIÓN .....	628
16.5.1.3.1	COLOCACIÓN DE PARCHES, INJERTOS Y FORRACIONES.....	628
16.5.1.3.2	CIRUGÍA Y MICROCIRUGÍA: COSIDOS .....	629
16.5.1.3.3	SOLDADURA.....	629
16.5.1.3.4	CONSOLIDACIÓN .....	630
16.5.1.3.5	FIJACIÓN Y ADHESIÓN .....	630
16.5.1.4	PRODUCTOS Y MATERIALES .....	631
16.5.1.4.1	SUSTÁNCIAS POLIMÉRICAS .....	631

16.5.1.4.2	TIPOS DE ADHESIVOS .....	634
16.5.1.4.3	MATERIALES DE REFUERZO .....	638
16.5.1.4.4	ESTRUCTURAS: ALAMBRES, PALILLOS, VARILLAS .....	642
16.5.1.4.5	OTROS MATERIALES DE REFUERZO O MÉTODOS DE UNIÓN.....	642
16.5.1.4.6	HILOS Y HERRAMIENTAS DE SUTURA .....	643
16.5.2	ALGUNOS EJEMPLOS DE APLICACIÓN EN LA TAXIDERMIA Y COLECCIONES AFINES.....	647
16.5.2.1	MATERIAL ÓSEO .....	647
16.5.2.2	PIEL .....	651
16.5.2.3	ANEXOS CUTÁNEOS: PLUMAS Y PELOS .....	665
16.5.2.4	INTERVENCIÓN EN OTROS ELEMENTOS QUERATINOSOS .....	670
16.5.2.5	OTROS MATERIALES .....	671
16.5.3	CONSERVACIÓN CURATIVA DE ARMADURAS Y SOPORTES.....	675
16.5.3.1	REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE ESTRUCTURAS INTERNAS: ALAMBRES.....	675
16.5.3.1.1	SOLDADURA.....	675
16.5.3.2	REPARACIÓN DE RELLENOS Y ARMAZONES .....	680
16.5.3.2.1	RELLENOS BLANDOS.....	681
16.5.3.2.2	RELLENOS RÍGIDOS.....	681
16.5.3.3	PEANAS Y SOPORTES SUTENTES.....	684
16.5.4	APLICACIONES AL MNCN-CSIC.....	690
<b>16.6</b>	<b>RESTAURACIÓN .....</b>	<b>691</b>
16.6.1	INTRODUCCIÓN.....	691
16.6.1.1	CRITERIOS DE INTERVENCIÓN .....	692
16.6.1.2	TÉCNICAS DE REINTEGRACIÓN .....	693
16.6.2	REINTEGRACIÓN VOLUMÉTRICA.....	695
16.6.2.1	REINTEGRACIÓN CON MASILLAS DE RELLENO .....	697
16.6.2.1.1	APLICACIÓN A DIFERENTES MATERIALES .....	701
16.6.2.2	USO DE PIEL NATURAL Y PLUMAS NATURALES .....	712
16.6.2.3	USO DE PIELES SINTÉTICAS.....	717
16.6.2.4	REINTEGRACIÓN CON PRÓTESIS Y PRODUCTOS DE MOLDEO.....	720
16.6.2.4.1	APLICACIÓN A DISTINTOS MATERIALES.....	726
16.6.2.5	REINTEGRACIONES VOLUMÉTRICAS CON TEJIDOS Y OTROS MATERIALES .....	744
16.6.2.5.1	PAPEL JAPONÉS.....	744
16.6.2.6	RESTITUCIÓN DE LOS OJOS (PRÓTESIS OCULAR) .....	749
16.6.3	REINTEGRACIÓN CROMÁTICA.....	751
16.6.3.1	REINTEGRACIÓN PICTÓRICA (ACUARELAS, ACRÍLICOS, ETC.) .....	752
16.6.3.2	TINCIÓN.....	757
16.6.3.3	POSIBLE RECUPERACIÓN QUÍMICA.....	770
16.6.3.4	COLOR LUMÍNICO O POR MEDIO DE LA ILUMINACIÓN .....	771
16.6.4	RESPECTO AL MNCN.....	774
<b>16.7</b>	<b>PROTECCIÓN FINAL Y OTROS RECUBRIMIENTOS .....</b>	<b>778</b>
16.7.1	BARNICES PARA POLICROMÍA Y OTRAS SUPERFICIES.....	779
16.7.2	INHIBIDORES DE CORROSIÓN, PELÍCULAS PROTECTORAS PARA METAL Y OTROS MEDIOS ...	783
16.7.2.1	LOS INHIBIDORES DE CORROSIÓN .....	783
16.7.2.2	PELÍCULAS PROTECTORAS PARA METAL .....	784

16.7.2.3	TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS .....	785
16.7.3	SUSTITUTOS DEL "PREEN OIL" .....	786
16.7.4	OTRAS CAPAS DE PROTECCIÓN PARA PLUMAJE .....	788
16.7.5	ADOBOS Y LUBRICANTES PARA PIELES Y CUEROS.....	791
16.7.6	OTROS RECUBRIMIENTOS .....	794
16.7.7	RESPECTO AL MUSEO.....	794
16.8	PROTOCOLOS A SEGUIR TRAS LA INTERVENCIÓN.....	796
17	PRINCIPIOS Y NORMATIVAS (ÉTICA Y LEGISLACIÓN) APLICABLES A LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL.....	799
17.1	INTRODUCCIÓN.....	799
17.2	ÉTICA Y LEGISLACIÓN .....	800
17.2.1	DEFINICIÓN DE LEY Y ÉTICA .....	800
17.2.1.1	¿QUÉ SE ENTIENDE POR ÉTICA? .....	800
17.2.1.2	QUÉ ES UNA LEY? .....	800
17.2.1.3	DIFERENCIA ENTRE LEY Y ÉTICA .....	801
17.2.1.4	ALGUNAS CUESTIONES ÉTICAS QUE PLANTEA LA TAXIDERMIA: .....	801
17.3	ESTATUS DEL ESPECIMEN. VALOR CIENTÍFICO, CULTURAL Y ECONÓMICO. CONDICIÓN JURÍDICA.	802
17.4	ESTATUS DEL TAXIDERMISTA: ESTATUS PROFESIONAL, FORMACIÓN Y DERECHOS DE AUTOR (LPI)....	806
17.5	FUNCIONES, COMPETENCIAS Y OBLIGACIONES DE LAS INSTITUCIONES .....	808
17.6	PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA .....	810
17.7	NORMATIVA PARA ELIMINACIÓN DE MATERIAL EN COLECCIONES DE TAXIDERMIA. ....	812
17.8	LEGISLACIÓN EN CONSERVACIÓN/RESTAURACIÓN,.....	813
17.9	DELITOS Y SANCIONES .....	815
17.10	ALGUNAS CONSIDERACIONES ETICAS .....	818
18	CONCLUSIONES Y VÍAS ABIERTAS DE INVESTIGACIÓN .....	821
19	ANEXO I .....	829
20	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	841
21	BIBLIOGRAFÍA .....	871

## 1 RESUMEN

### **TÍTULO: PROTOCOLOS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN EN LA COLECCIÓN DE AVES Y MAMÍFEROS DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES DE MADRID (MNCN-CSIC).**

#### **INTRODUCCIÓN**

El Museo de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC) data de 1776, momento en que se constituyó como Real Gabinete de Historia Natural con la adquisición de las colecciones de Pedro Franco Dávila (1711-1786).

Posee una colección de mamíferos y aves formada por unos 57.000 especímenes preparados como pieles, fluidos, esqueletos y especímenes montados entre otros, provenientes principalmente del territorio español y de áreas de influencia colonial (América del Sur y Centroamérica, Guinea Ecuatorial, Filipinas y Marruecos).

La colección de especímenes montados está compuesta por 3415 ejemplares que abarcan periodos desde el siglo XVIII hasta el XX, entre los que cabe destacar algunos ejemplares extintos. Las naturalizaciones más reconocidas, formando generalmente grupos biológicos, están realizadas por los hermanos Benedito. También cabe subrayar algún ejemplar de Rowland Ward Ltd.

Las colecciones del museo han sufrido numerosos avatares y deterioros que han ocasionado pérdidas de ejemplares y daños diversos como ataques de plagas, desmembramientos, disociación, etc. Además, los ejemplares destinados a exposición poseen una estructura compleja y gran variedad de materiales diferentes en su constitución, lo que origina problemas técnicos para conservar íntegramente su morfología.

Pero el problema más grave y acuciante es la falta de espacio y asignación económica, conservándose la gran mayoría de los ejemplares en unos almacenes en Arganda del Rey que no reúnen las condiciones medioambientales idóneas para su salvaguarda, por lo que siguen deteriorándose a pesar de haber sido restaurados. Actualmente varios de estos ejemplares requieren de operaciones de recuperación.

Hoy en día en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid se están aplicando tratamientos de conservación preventiva y la intención de la presente tesis doctoral es investigar sobre aquellos criterios museísticos y de conservación y restauración que permitan establecer, a través de procedimientos científicos, los protocolos de actuación en el caso de las colecciones de aves y mamíferos de modo que complementen los trabajos ya realizados por esta institución.

## **SÍNTESIS: OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- Investigar las características físicas y las metodologías y materiales aplicados en la configuración de las piezas que conforman la colección de Aves y Mamíferos del MNCN y establecer pautas de conservación y recuperación de las mismas.

### **Objetivos específicos:**

- Recopilar información sobre diversas formas y técnicas de preparación y naturalización de las piezas, a fin de conocer la naturaleza de los especímenes y los criterios de elaboración empleados en las diferentes épocas; de este modo, podrán determinarse las posibles patologías que pudieran padecer los ejemplares.
- Generar pautas de intervención, aplicando procedimientos de restauración ya existentes por una parte, pero también implementando otros nuevos, ya que algunos tratamientos están aún por estudiarse y deben ser desarrollados, debido a la complejidad de este tipo de bienes culturales.
- Concienciar a la sociedad sobre el valor que tienen las colecciones biológicas, de modo que con el empuje social se anime a las instituciones involucradas a que dediquen una mayor dotación económica a la recuperación de las mismas.

## **SÍNTESIS: METODOLOGÍA**

La metodología que se ha empleado ha consistido en:

- Realizar un estudio general de colecciones naturalizadas en España y zonas de influencia colonial española, y uno pormenorizado de especímenes naturalizados albergados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.
- Estudio documental: Consulta bibliográfica y de otras fuentes documentales<sup>1</sup>, sobre los siguientes aspectos:
  - Estudio de las técnicas de naturalización empleadas en la historia de la taxidermia, y de las técnicas de preparación en otros sectores como por ejemplo el peletero, curtiduría, etnografía o momificación.
  - Estudio de métodos de conservación y restauración sobre materiales afines (cueros, metales o resinas entre otros).
- Estudio científico:
  - Se ha analizado la morfología externa e interna de los especímenes por medio de RX, radiación UV, y TAC, y los materiales constitutivos y sus formas de preparación por medio de análisis químicos.

---

<sup>1</sup> Como publicaciones del ICOM (International Council of Museums) o el CCI (Canadian Conservation Institute), diversos tipos de documentos del archivo y bases de datos del MNCN-CSIC sobre las colecciones de taxidermia del museo y su historia. Además se han consultado reportajes y artículos de prensa nacional antigua y actual (diario ABC, El PAIS o la Vanguardia). Así mismo se ha estudiado otro tipo de bibliografía sobre taxidermia, etnografía y documentación fotográfica entre otros.

- Se ha realizado un estudio comparativo sobre la validez de diversos tratamientos aplicados para este tipo de colecciones.
- Se ha estudiado el comportamiento de productos aplicados habitualmente sobre los materiales integrantes de este tipo de piezas (picos, huesos, estructuras, etc.) y se ha investigado el funcionamiento de los tratamientos y materiales implementados en la presente tesis doctoral. Tras este estudio, se han realizado ensayos sobre probetas de los diversos materiales y metodologías. Por último, los conocimientos adquiridos han podido aplicarse a la conservación curativa y restauración de algunos especímenes seleccionados de la colección de aves y mamíferos del MNCN.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado, se han podido extraer conclusiones sobre la importante función que cumplen en la preservación de la naturaleza y la biodiversidad y a nivel expositivo (difusión), las colecciones de historia natural que pueden hallarse en los **museos de Ciencias**, especialmente los especímenes montados que reproducen los hábitats de numerosos animales.

**-La historia de la taxidermia** es fundamental para documentar un espécimen, datarlo y, por lo tanto, entender cómo debe ser intervenido, respetando principalmente su historicidad. El conocimiento de la morfología, comportamientos y "hábitos" de aves y mamíferos es vital a la hora de conservar e intervenir un animal montado, evitando una mala intervención restauradora al interpretar mal diversos aspectos de la vida cotidiana del animal.

-El conocimiento de los **materiales constituyentes de las naturalizaciones** es uno de los aspectos más importantes, sin desmerecer los demás puntos. Debe conocerse su naturaleza para entender su comportamiento frente a los agentes de deterioro y, de este modo, acometer de manera adecuada tareas de conservación. En este sentido, hay que tener en cuenta cómo están trabajados diversos materiales orgánicos en otros sectores como por ejemplo los etnográficos, ya que algunos tratamientos empleados en dichas colecciones podrán tomarse como ejemplo en las piezas naturalizadas.

Es fundamental conocer en profundidad **los deterioros** presentes en la pieza, así como su tipología: Deben identificarse si éstos son extrínsecos o intrínsecos, si se han producido antes de la naturalización (aspectos biológicos), durante el proceso de ejecución o posteriormente. De esta manera, se determinará si la actuación ha de realizarse sobre el medio o sobre el espécimen. Si, por ejemplo, estos deterioros son fruto de un estado previo del animal antes de morir, debe valorarse entonces si es lícito intentar "disimularlos" o deben permanecer como instrumento biológico.

- Todas las tareas de **conservación y restauración** deben cumplir en la medida de lo posible los principios básicos contemplados para cualquier operación de este tipo: Reversibilidad, compatibilidad y en lo posible reconocibilidad. Así mismo, es obligado documentar exhaustivamente las intervenciones incluyendo fotografías en color real, de los estados de conservación previos, el proceso de intervención y el resultado final. Deben consignarse rigurosamente productos y metodologías empleadas acompañándolo con mapas de daños donde se indique en qué parte de cada pieza se

ha utilizado dicho producto. Debe realizarse un trabajo multidisciplinar para evitar caer en errores interpretativos de deterioros y compositivos. Se debe respetar en todo momento la historicidad del espécimen, no aceptando el desmontaje de una pieza o la sustitución de sus partes porque muestren deterioros o errores anatómicos, a no ser que este elemento esté poniendo en peligro la estabilidad de la obra en sí misma. En caso de eliminación, se debe documentar fotográficamente la pieza suprimida, guardarla en su totalidad si es posible, o si no una muestra.

- **En cuanto a la toxicidad de estas piezas**, las colecciones de historia natural en mayor o medida portan un grado de sustancias tóxicas para el organismo que deben ser conocidas, a fin de que el profesional conservador se proteja durante la manipulación y exposición. Deben, por tanto, acometerse tareas de control y medida de los niveles de tóxicos medioambientales y de las piezas. Así mismo deben conocerse los mecanismos de identificación de dichos compuestos y la legislación vigente en materia de tóxicos.

- **Debe conocerse y cumplirse** la normativa para este tipo de colecciones, desde el punto de vista de la protección de la naturaleza, como de deshechos, toxicología, expositiva, etc.

-Por último, cabe indicar que este trabajo ha estudiado el comportamiento de productos aplicados habitualmente sobre los materiales integrantes de este tipo de piezas pero, además, por otra parte, ha implementado metodologías y materiales aplicables a este tipo de obras. Se han obtenido, con ello, resultados satisfactorios primeramente en probetas y, posteriormente, en ciertos especímenes seleccionados de la Colección de aves y mamíferos del MNCN.

El fin último de este estudio, por tanto, ha sido contribuir al desarrollo de pautas de actuación aplicables a la conservación y restauración de este tipo de colecciones científicas.

## PROTOCOLS FOR THE CONSERVATION AND RESTORATION OF THE MOUNTED BIRD AND MAMMAL COLLECTION AT THE NATIONAL MUSEUM OF NATURAL SCIENCES OF MADRID (MNCN-CSIC)

### ABSTRACT

The Natural History Museum in Madrid (MNCN-CSIC) dates from 1776, when it was founded as the Royal Cabinet of Natural History, acquiring Pedro Franco Davila's (1711-1786) collections.

It boasts a collection of birds and mammals made up of 57,000 specimens prepared as furs, fluids, skeletons and mounted specimens among others, originating from Spain and areas of colonial influence (South and Central America, Equatorial Guinea, the Philippines and Morocco).

The collection of mounted specimens is made up of 3,415 exemplars, which range from the 18<sup>th</sup> to the 20<sup>th</sup> century, among which certain extinct specimens stand out. The best known taxidermy specimens, which usually form biological groups, were carried out by the Benedito brothers. There are also some pieces by Rowland Ward Ltd.

The museum's collections have suffered many vagaries and deterioration which have led to the loss of exemplars and different damage such as plagues, dismemberment, dissociation, etc. In addition to this, the pieces designed for exhibition have a complex structure and are made of a wide variety of different materials, which creates technical problems when it comes to conserving their integral morphology.

However, the most serious and urgent problem is the lack of space and funding: most of the exemplars are kept in Arganda del Rey in warehouses which do not meet the ideal environmental requirements for their upkeep, so that they continue to deteriorate despite having been restored. At present, several of these exemplars need recovery operations.

National Museum of Natural Sciences in Madrid is currently applying preventative conservation treatment, and the aim of this doctoral thesis is to investigate such museum, conservation and restoration criteria as will allow us to establish, through scientific processes, the protocols for action in the case of the bird and mammal collection, so as to complement the work already under way by the institution.

### General aim:

- To investigate the physical characteristics and the methodology and materials used in the preparation of the exemplars which make up the bird and mammal collection at MNCN and establish criteria for their conservation and recovery.

### Specific aims:

- To gather information about different methods and techniques of preparation and mounting of pieces, so as to understand the nature of the specimens and the preparation criteria used in different periods; thus, the possible pathologies suffered by exemplars can be established.



- To generate criteria for intervention, applying existent restoration processes and also implementing new ones, as certain treatments are still under study and need developing, given the complexity of such cultural heritage.
- To increase public awareness of the value of biological collections, so that social support encourages the relevant institutions to provide greater funding for recovering them.

The methodology used consists in:

- Carrying out a general study of taxidermy collections in Spain and areas of Spanish colonial influence, and a more detailed study of taxidermy specimens located in the MNCN.
- Document study: a bibliographical study and other documents<sup>2</sup>, on the following aspects:
  - A study of the techniques used throughout the history of taxidermy, and of preparation techniques used in other fields such as tanning, the fur trade, ethnography and mummification.
  - A study of conservation and restoration methods for similar materials (leather, metals, resins, and others).
- Scientific study:
  - The internal and external morphology of specimens was analysed using X-ray, UV radiation, and CT scan<sup>3</sup>, while the materials and their preparation were analysed using chemical analysis.
  - A comparative study of the validity of different treatments applied to this kind of collection was carried out.
  - The behaviour of the products which are usually used for the constituent parts (beaks, bones, structures, etc.) of this kind of piece was studied, and the performance of the treatments and materials implemented in this thesis were investigated. After this study, tests were carried out using samples for the different materials and methods. Finally, the results were applied to curative conservation and the restoration of some specimens selected from the MNCN mammal and bird collection.

After finishing the study, conclusions were reached about the important role of Science Museums' collections of natural history for the preservation of nature and biodiversity, as well as their educational (exhibitive) function, especially in the case of scenic montages which reproduce the habitats of many animals.

**-The history of taxidermy** is essential for documenting a specimen, dating it, and, so, for understanding how to intervene, respecting its history above all. A knowledge of the morphology, behaviour and habits of birds and mammals is essential when it comes to preserving and intervening a mounted

---

<sup>2</sup> Such as publications by ICOM (International Council Of Museums) or CCI (Canadian Conservation Institute), several types of document from the archives and database at MNCN-CSIC about the taxidermy collections in the museum and their history. Press reports and articles from the past and present have also been consulted (ABC, El Pais and la Vanguardia). In addition, other kinds of bibliography on taxidermy, ethnography and photographic documents were consulted.

<sup>3</sup> Computed Axial Tomography

animal, so as to avoid a bad restoration due to misinterpretation of several aspects of the animal's daily life.

-A **knowledge of the constituent materials of the mounts** is one of the most important aspects, while not disregarding the others. It is essential to understand their nature to be able to understand their reaction to deterioration agents, and so apply conservation tasks appropriately. In this sense, we must bear in mind how the different organic materials are treated in other sectors, such as ethnography, as some treatments used in these sectors can be used as examples for taxidermy specimens.

-An in-depth knowledge of the **deterioration** present in a piece and its typology is essential. It must be identified as extrinsic or intrinsic, it must be decided whether it occurred before mounting (biological aspects), during the process or afterwards. In this way it is possible to determine whether action should be taken on the piece or its environment. For example, if the deterioration is due to the state of the animal before it died, we must evaluate if it is valid to try and disguise this or if it should remain as a biological instrument.

-All the **conservation and restoration tasks** should, as far as possible, follow the basic principles indicated for interventions of this kind: reversibility, compatibility and if possible, recognisability. At the same time, interventions must be exhaustively documented, including real colour photographs, the degree of conservation before, during the restoration process, and the end result. All the products and methodologies used must be rigorously noted with maps of damage which indicate which part of a piece was treated with which product. A multidisciplinary approach is needed to avoid making interpretative mistakes about deterioration and composites. The history of the specimen must be respected at all times, rejecting the dismounting of a piece or the substitution of deteriorated parts or anatomical defects, unless these are putting the stability of the piece itself at risk. In the case of elimination, the piece should be photographed and kept whole if possible, or if not a sample.

-As far as **the toxicity** of the pieces is concerned, collections of natural history carry, to a greater or lesser degree, substances which are toxic for the organism and these need to be identified so that professional conservers can protect themselves while manipulating and exhibiting specimens. Control and measurement of levels of environmental toxicity and on the pieces are required. At the same time, we need to know the mechanisms for identifying such substances and the current legislation pertaining to them.

-The regulations for this type of collection must be kept in mind and followed, for protection of the environment, waste products, toxicology and display, etc.

-Finally, it is important to point out that this research has studied the behaviour of the products usually applied to the materials used for this type of artefacts, but it has also implemented methodologies and materials which can be used with this type of artworks. As a consequence satisfactory results were obtained, first in samples and then in certain selected specimens from the bird and mammal collection at MNCN-CSIC.

The ultimate aim of this study has therefore been to contribute to developing guidelines for action applicable to the conservation and restoration of this kind of scientific collection.



## 2 PRÓLOGO

El motivo que me ha impulsado a realizar una tesis sobre la conservación de aves y mamíferos naturalizados surgió en el año 2003 durante un seminario en el MNCN-CSIC<sup>4</sup> que impartían Ángel Fuentes<sup>†</sup> y Celia Martínez Cabezas sobre conservación de fotografía. Durante mis conversaciones con Celia, que por entonces era la restauradora de la colección gráfica del Museo, le pregunté si había alguien restaurando las colecciones de taxidermia y me indicó que no, a la vez que me animaba a que investigara sobre ello. De esta manera me presenté en el departamento de Entomología primero y, posteriormente, en el de aves y mamíferos comentándoles mis inquietudes. Josefina Barreiro, por entonces Conservadora de la Colección de Aves y Mamíferos del Museo, me acogió con los brazos abiertos y así comenzó esta aventura.

Este trabajo, lejos de lo que algunos lectores puedan pensar cuando se incluye la palabra "taxidermia," pretende ser una herramienta más en la protección de la naturaleza, respetando la taxidermia elaborada con una finalidad científica e inclusive artística<sup>5</sup> y no como un negocio.

Aprovecho esta introducción para subrayar que no comparto la caza indiscriminada. El arte cinegético, como se conoce a la caza, quizá es la forma más respetuosa de matar animales, siempre con fines justificados (alimentación, regulación del equilibrio de las especies o investigación fundamentalmente). Estos animales viven libres y mueren la mayoría sin tanto sufrimiento como los animales de matadero. Pero esta actividad necesita de una regulación y un respeto por los seres vivos, sus costumbres y hábitos que algunos cazadores no cumplen ni respetan provocando entre otras actividades muertes agónicas indeseables. Por ello, el negocio de la taxidermia descontrolado no se acepta ni se justifica desde esta tesis. Sí creo que hay que aprovechar todo lo posible un animal una vez se ha abatido: emplear la carne para comer, las pieles para vestirse o los pellejos para elaborar adhesivos y también se puede emplear lo que no se vaya a utilizar para reproducir animales, siguiendo la normativa vigente.

Debe cambiarse la mentalidad de que el animal está al servicio del ser humano. Somos únicamente parte integrante de la biodiversidad afortunada que posee la Tierra, y debemos tener plena conciencia de que si no tenemos este pensamiento tarde o temprano, si no desaparecemos todos, nuestra calidad de vida se verá enormemente mermada.

---

<sup>4</sup> Museo de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC)

<sup>5</sup> Con algunas consideraciones que se plantean en el último capítulo de esta tesis



### 3 INTRODUCCIÓN

En la comunidad internacional se valora especialmente, dentro de las colecciones de historia natural, a aquellas colecciones objeto de investigación y denominadas “colecciones de estudio”. En ellas, los especímenes están muy bien documentados y habitualmente se dispone de datos como, por ejemplo, su fecha de captura, región en la que se realizó o nombre del colector. Aquellos que no poseen esa información detallada como los ejemplares naturalizados, se destinan a otros propósitos entre los que está la exposición.

Es necesario hacer hincapié en el cuidado y recuperación de colecciones que apenas han sido valoradas en este país y como se ha visto, tampoco a nivel internacional por diversos sectores, como restauradores, conservadores o historiadores (con algunas excepciones). Algunos científicos otorgan escaso valor a las colecciones naturalizadas, ya que consideran que carecen de información asociada valiosa atribuyéndoles únicamente un valor didáctico y expositivo. En el NPS<sup>6</sup> Museum Handbook, Parte I (2005) se indica:

“...Por ejemplo, un ejemplar montado, correspondiente a un animal corriente, que carece de datos de recolección, preparación y de su procedencia, no tiene otro pequeño propósito que el de su exposición o enseñanza. Puede ser que no sea apropiado asignar recursos para la gestión a largo plazo y el cuidado de este tipo de espécimen...”<sup>7</sup>.

En este caso, paradójicamente, se observan algunas contradicciones viniendo de una institución involucrada en la investigación y salvaguarda de una gran diversidad de colecciones patrimoniales, que considera que un valor didáctico o expositivo pertenece a una categoría inferior al valor científico; esta paradoja es aún más llamativa en museos e instituciones, donde la financiación obtenida a través de las actividades relacionadas con la exposición de sus colecciones es vital, como es el caso del MNCN-CSIC.

Por todo ello, en muchos casos, estas colecciones han permanecido algo olvidadas, acelerándose su deterioro y realizándose a veces intervenciones con criterios poco científicos y alejados de los que se estipulan actualmente en la conservación y restauración de bienes culturales, como el empleo de materiales irreversibles o que interaccionan con el original.

Es necesario, por tanto, destacar el interés no sólo artístico, sino también didáctico, documental e histórico y también científico de estas piezas.

Para poder dar una idea de las distintas vertientes artísticas, científicas y documentales que reúnen en sí mismas las piezas naturalizadas, se incluye un texto del escultor alicantino Antonio Navarro Santa Fe (1906-1983)<sup>8</sup>, de 1955, que explica claramente la naturaleza y el carácter de la taxidermia como técnica de representación científica y artística:

<sup>6</sup> National Park Service. U.S. Department of the Interior

<sup>7</sup> Traducción de Rita Gil del texto original: “...For instance, a taxidermy mount of a commonly occurring animal, which lacks collecting, preparation, and provenience data, has little purpose other than exhibition or teaching. It may not be appropriate to allocate resources for long-term management and care of such a specimen...”

<sup>8</sup> Realizó entre otras obras la emblemática escultura del Oso y el Madroño en la Puerta del Sol (Madrid).

La Taxidermia, no puede ser nunca una ciencia muerta porque es el arte de perpetuar gestos de vida.

Si se tratara solo de la extracción de la piel del animal, quedaría reducida a una sola habilidad manual; a un oficio más próximo a la destrucción que a la perpetuación. Si solo se pretendiera la conservación, la Ciencia quedaría reducida a una artesanía, con más semejanza hacia el curtidor que hacia el conservador, ya que, múltiples veces se extraen pieles y plumas, y se conservan para manejos y utilidades ajenos a todo rigor científico, y con solo fines y lucros comerciales.

La Taxidermia, es algo más. Linda directamente con la Historia Natural, y se apoya en la inspiración del arte, que copia la naturaleza, para reproducirla con la máxima fidelidad, en lo que tiene de movimiento y hasta en lo que tiene de paisaje, ya que la vida va inmediatamente unida al lugar, y, a veces, la reproducción perfecta del lugar, nos da la absoluta fidelidad de una vida.

Claro que tampoco en Taxidermia es Escultura ¿Por qué?. Sencillamente porque la Escultura tiende a perpetuar los gestos eternos, a eternizar lo caduco, y la Taxidermia no hace más que fijar lo transitorio. (...) Pídase al Taxidermista, la perfección en la extracción de pieles y plumas, y pídase al Escultor, el conocimiento anatómico del animal, -para crear su nuevo cuerpo- y la creación de maquetas ambientadoras que sitúen la pieza en el medio donde se desarrolló su vida y su obra [...]

En la parte artística es fundamental los conocimientos que a continuación se detallan: Dibujo del natural, dibujo de anatomía, dibujo de paisaje, modelado del natural, modelado de anatomía, modelado de maquetas y ampliación, modelado de armazones anatómicos, vaciado del natural, vaciado molde perdido, vaciado molde de piezas, reproducciones, armaduras, croquis, policromía, pátinas ((Navarro, 1955, p. 1-3).

La tesis que aquí se presenta es una visión panorámica de los múltiples aspectos relacionados con la conservación y restauración de aves y mamíferos naturalizados como son: los aspectos materiales, técnicos, artísticos y científicos de los especímenes, abordando entre otras, cuestiones legales y éticas o aspectos sobre la toxicidad de las piezas.

Para este fin se ha realizado una revisión documental sobre tratamientos de conservación y restauración, aplicados a colecciones de historia natural y taxidermia, colecciones etnográficas, de pintura de caballete, escultura o arqueología. Este enfoque ha sido apoyado y completado por un estudio experimental para comprobar el comportamiento y validez de algunos de estos tratamientos en las colecciones del Museo, desarrollándose así mismo protocolos alternativos.

Cuando comenzó esta investigación, apenas había aparecido alguna información sobre este ámbito, de manera que constituía un mundo nuevo a explorar<sup>9</sup>; afortunadamente, con el paso de los años se han publicado algunos estudios sobre restauración de colecciones de historia natural.

---

<sup>9</sup> Restauración de naturalizaciones en España desde criterios respetuosos y consensuados.

Las operaciones que se pueden ejecutar se diseñan dependiendo de la función de la colección. Existen lotes en los que no se puede intervenir, ya que están reservados a la investigación y no deben alterarse sus propiedades. Por otro lado, los ejemplares destinados a exposición poseen una estructura compleja y gran variedad de materiales diferentes en su constitución, lo que origina problemas técnicos para conservar íntegramente su morfología.

Hoy en día, en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC)<sup>10</sup> se están aplicando tratamientos de conservación preventiva. Esta investigación incluye propuestas de restauración que complementen los trabajos ya realizados por esta institución, investigando aquellos criterios museísticos y de conservación curativa que permitan establecer, a través de procedimientos científicos, los protocolos de actuación.

Dada la extensión de los fondos de dicho centro, ha sido preciso limitar la investigación a una sola colección, con el fin de poder profundizar en su estudio. Por ello se ha escogido la colección de Aves y Mamíferos. Los motivos de esta elección son diversos. Por un lado, se trata de una preferencia personal; además la colección cuenta con una mayor facilidad de acceso que ha brindado el personal encargado de su custodia. Por otro lado, la gran cantidad y variedad de especímenes<sup>11</sup> que alberga esta colección la hace muy interesante para abordar el estudio pretendido.

---

<sup>10</sup> A partir de ahora nos referiremos al Museo como MNCN-CSIC

<sup>11</sup> Más de ocho millones de ejemplares repartidos entre las colecciones de historia natural, aparatos, documento gráfico, etc.





## 4 OBJETIVOS

### Objetivo general:

De acuerdo con lo expuesto en el prólogo y la introducción dos son los objetivos generales perseguidos en este estudio:

1. Concienciar a la sociedad de nuestro país del gran valor que tienen las colecciones biológicas, más apreciadas en otros países como el Reino Unido, EEUU, Canadá o Francia entre otros, porque con el empuje social se podrá animar a las instituciones involucradas a que se les dedique un mayor esfuerzo, principalmente en cuanto a dotación económica, para que películas como Blade Runner donde los animales son creados artificialmente por Abdul Ben-Hassan, el fabricante de animales artificiales, sean solo ciencia ficción.
2. Conocer y documentar las características materiales e históricas de los especímenes del MNCN de cara a su datación y necesarias para su preservación y puesta en valor.
3. Establecer pautas de conservación y recuperación de la colección de aves y mamíferos del MNCN-CSIC.

### Objetivos específicos:

- Recopilar información sobre la naturaleza de los materiales originales de estas piezas.
- Documentación sobre los materiales y metodologías utilizadas en la preparación y naturalización de las piezas:
  - A fin de conocer la naturaleza de los especímenes y los criterios de elaboración empleados en las diferentes épocas.
  - Para poder determinar las posibles patologías que pudieran padecer los ejemplares
- Establecer los tipos de deterioros que afectan a este tipo de piezas.
- Generar pautas de conservación preventiva para este tipo de piezas.
- Generar pautas de intervención:
  - Aplicando procedimientos de restauración ya existentes.
  - Creando otros nuevos, ya que muchos aspectos están aún por estudiar y determinar debido a su complejidad.
  - Realizando un estudio comparativo acerca de los resultados y validez de unos y otros tratamientos para este tipo de colecciones en las que participa una amplia gama de materiales.



## 5 METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA DE TRABAJO

### METODOLOGÍA

La metodología que se ha empleado para lograr los objetivos referidos se basa en las siguientes actividades:

- Estudio general de colecciones naturalizadas en España y zonas de influencia colonial española.
- Estudio pormenorizado de especímenes naturalizados albergados en el MNCN-CSIC.
- Estudio bibliográfico y otras fuentes documentales:
  - Consulta de las bases de datos del MNCN-CSIC.
  - Estudio de las técnicas de naturalización empleadas en la historia de la taxidermia.
  - Estudio de métodos de conservación y restauración sobre materiales afines (cueros, etc.).
  - Investigación de las técnicas de preparación y conservación en otros sectores como por ejemplo el peletero o la etnografía.
  - Estudio de métodos de conservación y restauración de colecciones de taxidermia y de historia natural.
- Estudio científico:
  - Análisis de la morfología externa e interna de los especímenes por medio de examen radiográfico, radiación UV y Tomografía Axial Computerizada (TAC).
  - Examen de los materiales constitutivos y sus formas de preparación por medio de análisis químicos, como FTIR-ATR, Cromatografía de Gases, Microscopía Óptica (OM), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Análisis por Dispersión de Energía de Rayos X (XEDS), análisis estratigráfico.
  - Aplicación de los conocimientos adquiridos de conservación curativa y restauración sobre algunos especímenes seleccionados de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) realizados por los hermanos Benedito, taxidermistas del MNCN-CSIC y con patologías similares a los del museo.
- Estudio experimental:
  - Ensayos de aplicación de productos de limpieza sobre los materiales integrantes (picos, patas, plumas o estructuras).

Debe indicarse que en algunos casos se han realizado probetas (plumas de ave ensuciadas de manera artificial) a fin de realizar ensayos con diversos productos de limpieza como geles, tensoactivos, disolventes o materiales empleados en la limpieza en seco (gomos de borrar, paños o esponjas).

- Así mismo se ha investigado en la reproducción de plumas con distintos procedimientos como técnicas de moldeo o reproducción 3D.

### ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA TESIS

Este trabajo está estructurado en dos partes: La primera es una introducción a la taxidermia, a la biología y a la historia y organización del Museo de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN). La segunda está dedicada propiamente a los aspectos en materia de conservación y restauración de dichas colecciones.

La razón de esta división es que es necesario previamente conocer el material que se va a intervenir, a través del estudio de las técnicas y materiales empleados en su construcción, los aspectos biológicos como la naturaleza del color en plumajes y pelajes, así como los hábitos de los animales que son reproducidos en las representaciones museísticas, en dioramas o grupos biológicos. De igual manera, se deben conocer las vicisitudes que han sufrido los especímenes de cara a los deterioros que presentan, para poder acometer tareas de conservación y restauración adecuadas.

Se pretende, frente al tipo de intervenciones que frecuentemente se han puesto en práctica, plantear intervenciones respetuosas con el original que ya se están llevando a cabo en otros museos del Mundo como el Museo de Historia Natural de Nueva York “American Museum of Natural History (AMNH) (EEUU), el Buffalo Museum of Science (EEUU), el Royal Albert Memorial Museum en Exeter (Reino Unido) o el Ipswich Museum (Reino Unido) entre otros.

### LA NECESIDAD DE ALGUNOS CAPÍTULO

Al margen de la necesidad de incluir los capítulos que ya se ha señalado en el párrafo anterior, algunos otros responden a situaciones y problemas que se han presentado durante el desarrollo de la investigación, como son:

Respecto a la presencia del tema 5 en la tesis, correspondiente a la semántica, donde se abordan palabras y conceptos, se debe a los problemas que han aparecido durante la búsqueda de información en el ámbito de la naturalización de piezas. Por una parte, el léxico ha ido variando de unas épocas a otras y conviene aclarar conceptos. Por otra parte, los diferentes idiomas en los que están escritas las publicaciones que contribuyeron a documentar la tesis incrementaron esta dificultad. A este respecto, los diversos diccionarios en general no clarifican suficientemente los distintos términos al no ser precisos y utilizar muchas de estas palabras como sinónimos.

Por otro lado, debe indicarse que, en esta tesis, la referencia a los materiales tóxicos presentes en la piezas naturalizadas es necesaria, de manera más o menos escueta, por su importancia, en diversos capítulos, aunque se haya creado un apartado específico sobre los mismos. Se hace, por tanto,

referencia a estos productos desde diversos aspectos, como su composición (recetas), riesgos asociados, manipulación y medidas de seguridad, identificación e inclusive mitigación.

Para finalizar, otro asunto recurrente en varios capítulos es la referencia a diversas especies que se han extinguido por la caza masiva y la destrucción de sus hábitats, muchas veces con los mal entendidos fines científicos y, en este sentido, cabe destacar la utilidad de las colecciones de historia natural, para las investigaciones en materia de recuperación genética.



**PARTE I**  
**INTRODUCCIÓN**  
**A LA BIOLOGÍA,**  
**MUSEOS DE HISTORIA**  
**NATURAL,**  
**TRATAMIENTO**  
**DEL CUERO**  
**Y TAXIDERMIA**







## 6 ACLARACIONES DE CONCEPTO Y DEFINICIÓN DE TAXIDERMIA

### 6.1 INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales el ser humano ha tratado las pieles y el "material biológico" buscando su estabilidad y preservación, para utilizarlas con diversos fines, como por ejemplo vestimenta y calzado, armas, distintos utensilios, tambores o soporte de escritura entre otros.

Muchas de estas manufacturas que aún se fabrican, serán útiles como materiales de restauración para utilizar sobre los especímenes naturalizados;<sup>12</sup>

Por otra parte, conocer los tratamientos que se han aplicado en conservación-restauración de piezas de naturaleza similar puede ser provechoso durante nuestras intervenciones en especímenes montados, ya que pueden adaptarse a piezas de naturaleza (composición) similar. Pero debe tenerse en cuenta que estas adaptaciones deben ser muy meditadas y estar debidamente contrastadas.

Citando las palabras que recoge Marilen A. Pool en 1997, donde el conservador de colecciones de historia natural Rose (1991) apuntaba:

La adopción de métodos empíricos, no contrastados científicamente, no es la respuesta a los problemas en la conservación de las colecciones de historia natural, ni la respuesta se encuentra totalmente en la transferencia directa de las técnicas de otras disciplinas. (Marilen A. Pool, 1997, p. 25).

Con este razonamiento puede entenderse mejor la importancia de esta evaluación.

Se considera necesario realizar una breve introducción a los diversos tratamientos que ha recibido la piel a lo largo de la historia, con el fin de presentar cómo éstos determinarán el comportamiento futuro de las piezas integradas por estas materias y entender la diferencia entre ellas: procedimiento de elaboración, los productos empleados o estratos que mantiene la piel<sup>13</sup>. Es decir, el estado de conservación de la pieza dependerá en gran medida y será explicado precisamente por el tipo de tratamiento aplicado a la misma.

Como se verá, algunas técnicas conservan el cuerpo entero o casi completo con una finalidad puramente "preservativa": detener el paso del tiempo, frenando la descomposición de la materia con una intención religiosa, política o puramente científica, donde "la apariencia" o más bien la fidelidad con el ser vivo no es lo primordial. Entre estas técnicas se encuentran **la momificación, el embalsamamiento**<sup>14</sup> **o la plastinación**. Otras, **como la taxidermia o la liofilización**, implican principalmente una finalidad estética, además de divulgativa y científica, y en ellas el aspecto cobra más importancia: representar a los animales muertos como si estuvieran vivos. En otros casos impera la utilidad como medio para conseguir otros fines (vestimenta, soporte de escritura, etc.): tal sería el caso

<sup>12</sup> Por ejemplo cueros, pieles crudas u otras pieles de la industria peletera.

<sup>13</sup> Como se verá más adelante, los distintos estratos de la piel se comportan de manera diferente frente a la humedad; por ejemplo, la capa de epidermis es menos reactiva frente a este parámetro, que la dermis. Esto puede dar lugar a que algunos tratamientos de conservación-restauración que se utilizan en tipos de piel que sólo conservan la dermis no sean apropiados en otros que conservan la epidermis y la dermis e inclusive la hipodermis.

<sup>14</sup> Como se verá a continuación, se trata de una momificación artificial.

del **pergamino, la vitela, el arte plumario, la industria del cuero incluyendo a la peletería o la elaboración de colas animales como adhesivos.**

Para abordar estos temas, este capítulo se ha dividido en dos partes. La primera está referida a los diferentes métodos de tratamiento de la piel, definiendo y presentando algunas características de cada procedimiento y realizando un estudio comparativo al final entre ellos.

La segunda parte se refiere a la terminología y semántica que se ha dado a la técnica de la taxidermia, desde el punto de vista histórico y lingüístico; además, cómo en la literatura se entremezclan frecuentemente unos términos con otros, propiciando confusiones sobre metodologías y momentos históricos, en los que los distintos tratamientos se han desarrollado, en especial en relación a la taxidermia.

Se estima primeramente conveniente hacer una pequeña introducción básica a la morfología/estructura (histología) de la piel, aunque este asunto se desarrolla más profundamente en el tema 10, para poder entender algunas cuestiones referentes a su naturaleza y como variará su comportamiento frente a las condiciones medioambientales o su apariencia, en función de la técnica empleada en su preparación.

La definición que da de la piel el DRAE entre otras que no corresponden al tema es: (Del lat. *pellis*). 1. f. Tegumento extendido sobre todo el cuerpo del animal, que en los vertebrados está formado por una capa externa o epidermis y otra interna o dermis.

Respecto a la piel de los mamíferos, ésta se compone básicamente de tres capas<sup>15</sup>:

- la epidermis (1)
- la dermis o corium (2)
- la hipodermis (3)

Estas capas varían de grosor en función de la zona del cuerpo o el tipo de animal.

1. Es la capa más externa, donde se encuentra las células que dan la pigmentación a la piel (melanocitos)<sup>16</sup>.

2. En la segunda capa de tejido conjuntivo<sup>17</sup> con abundancia de células de colágeno, se encuentran los folículos pilosos, el músculo piloerector, terminaciones nerviosas aferentes, glándulas sebáceas, sudoríparas y lácteas, vasos sanguíneos y linfáticos.

En ella se hallan también los llamados anexos cutáneos: córneos<sup>18</sup> y glandulares<sup>19</sup>

Es entre 20-30 veces más gruesa que la epidermis.

(3). La tercera capa, la situada en la parte más inferior, está compuesta por tejido laxo y adiposo y su función principal es la de la regulación térmica y gestionar el movimiento de la musculatura del

---

<sup>15</sup> En biología la división que se utiliza es esta, pero en otro tipo de estudios esta división varía, como en medicina o en estudios histoanatómicos, en que se habla de dos capas: epidermis y dermis.

<sup>16</sup> Ver tema 8.

<sup>17</sup> Los tejidos conjuntivos cumplen la función primordial de sostén e integración sistémica.

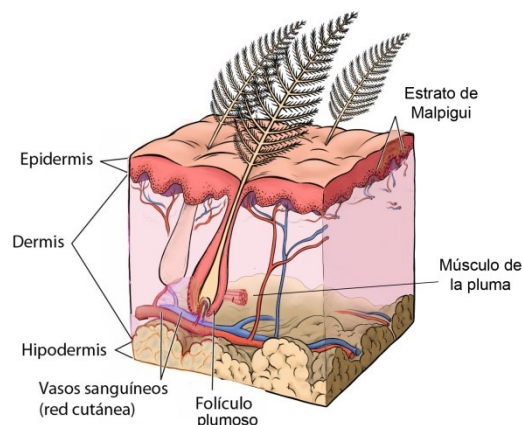
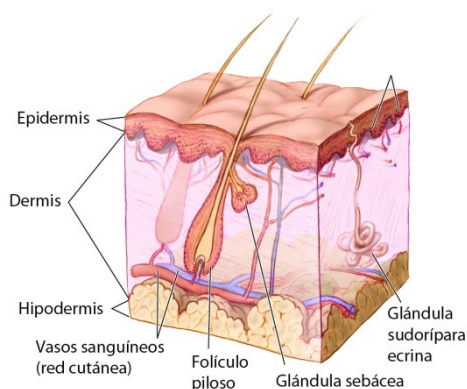
<sup>18</sup> Pelos y uñas.

<sup>19</sup> Glándulas sebáceas y sudoríparas.

cuerpo. En ella se encuentran ligamentos cutáneos, nervios cutáneos, grasa<sup>20</sup>, vasos sanguíneos y linfáticos.

En mamíferos esta capa es especialmente gruesa, sobre todo en animales con grandes masas musculares como los cetáceos o el rinoceronte.

En las aves la piel es más fina y seca y no posee glándulas sudoríparas.



**Figura 1. Estructura histológica de la piel de los mamíferos**

**Figura 2. Estructura histológica de la piel de las aves**

La piel está formada por una serie de capas de tejido formada por fibras de colágeno<sup>21</sup> unidas entre sí por enlaces covalentes entre los grupos amino de las proteínas. Los productos curtientes propician reacciones de entrecruzamiento en las proteínas de colágeno haciéndolas más estables frente a la humedad.

Existen numerosos factores que influyen en el resultado final del producto (piel) tratado, entre los que se encuentran los procedimientos usados, como se ha indicado, el tipo de animal incluyendo su edad y sexo, la parte del animal que ha sido sometida al tratamiento o qué número de capas se conserve entre otros.

La necesidad de aplicar tratamientos a la piel responde al intento de frenar o retrasar la degradación bacteriana que ataca a la piel cruda. La curtición favorece la resistencia de la piel al ataque microbiano incluso si está humedecida (Thomson, 2006). Sin embargo otros tratamientos como la salazón, el piquelado o la deshidratación protegen temporalmente la piel, pero esta defensa se pierde si las fibras de la piel se humedecen.

<sup>20</sup> La grasa del tejido adiposo está formada principalmente por ácidos grasos saturados que permanecen solidificados a temperatura ambiente. En taxidermia la eliminación más o menos precisa de la grasa, como se verá en el capítulo de deterioros, va a determinar en gran medida el estado de conservación de los especímenes. Esto es especialmente significativo en animales con una presencia de grasa en la piel muy abundante, como aves acuáticas o mamíferos marinos. Además, la composición de las grasas varía de unos animales a otros y depende de la fisiología del animal, estando también ligada a la alimentación, al sexo, edad, época del año o ciclo biológico entre otras.

<sup>21</sup> El colágeno está formado por tres cadenas de aminoácidos unidos entre sí por puentes de hidrógeno formando una estructura helicoidal.

Las inmersiones en disolventes polares como el etanol, utilizados en las colecciones en fluido de museos de historia natural desecan la piel pero, al igual que en los casos anteriores, son susceptibles de sufrir un ataque enzimático si se mojan o humedecen (Thomson, 2006). Los tratamientos con grasas que han sido practicados por numerosos pueblos indígenas evitan el ataque microbiano<sup>22</sup> al impermeabilizar las fibras de la piel frente a la humedad, pero éstos son conocidos como pseudo curtidos (Thomson, 2006), ya que en realidad no sufren un cambio estructural como lo haría el cuero.

Ron Schaefer, taxidermista americano, en 2014, hace referencia a la composición de la piel, señalando qué parte de la piel es susceptible de ser curtible y cual no, debiendo eliminarse la parte no curtible, ya que puede corromperse y además interferir en los subsiguientes procesos aplicados a la piel. Aproximadamente el 30 % de la piel es curtible (Schaefer, 2014).

Pero como ya se ha indicado, esta proporción varía ligeramente en función de varios factores, como por ejemplo el tipo de animal tratado, entre otros.

Deben tenerse en cuenta, a la hora de elegir las pieles para aprovecharlas en procesos de restauración<sup>23</sup>, los cambios dimensionales que se originan en las mismas y el crecimiento estructural de las fibras de colágeno,<sup>24</sup> ya que todo ello determina también el tipo de tensiones estructurales que se producen.<sup>25</sup> Estos cambios dimensionales se observan también en las naturalizaciones.<sup>26</sup>

---

<sup>22</sup> La mayoría de microorganismos necesitan unas ciertas condiciones hídricas para sobrevivir y desarrollarse.

<sup>23</sup> Zona del animal de donde se extrae la piel, forma del corte y si la piel ha sido dividida, grosor de la dermis y la epidermis, tipo y frecuencia de entretejido de las fibras en la piel.

<sup>24</sup> Existen una serie de direcciones de crecimiento de la fibra en la piel que se producen durante la formación del feto, alineadas a lo largo de las principales líneas de tensión. Por ejemplo la resistencia de la piel es mayor y su flexibilidad menor en la dirección paralela a la dirección de crecimiento principal. (Haines, 2006).

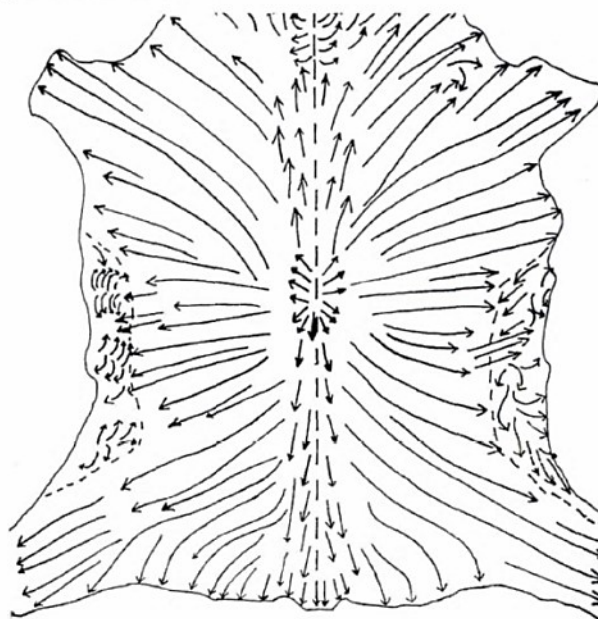
<sup>25</sup> La piel debe adaptarse para satisfacer las demandas del animal en la vida, por lo que el tejido de fibra natural cambia con la ubicación en el animal original.

A lo largo de la línea de la columna la piel es más gruesa y el tejido más compacto y denso. Estas características son particularmente marcadas en los animales con melena como las cabras.

En la región central del trasero, el tejido de fibra es particularmente compacto.

En la zona del vientre el tejido es más débil, suave y más elástico. Debido a ello, este área tiene más tendencia a formar arrugas gruesas durante la flexión. El tejido más suelto se encuentra en las regiones de las axilas (Haines, 2006).

<sup>26</sup> Arrugas, agrietamientos, etc.



**Figura 3. Dirección de crecimiento de la fibra en la piel**

Existen otro tipo de pieles sintéticas que también se utilizarán en las tareas de restauración, pero serán descritas en el apartado dedicado a estos tratamientos.

## 6.2 DIVERSOS PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO DE LA PIEL

### 6.2.1 Momificación/embalsamamiento

#### Definición

Definición del DRAE: Momificación: “Acción y efecto de momificar. Momificar: Convertir (se) en momia. Una momia es un cadáver que naturalmente o por preparación artificial se deseca con el transcurso del tiempo sin entrar en putrefacción”.

Los cuerpos conservados por otras causas naturales: saponificación, congelación, liofilización, etc. aunque se les llaman momias no se considera que estén momificados. (Morales, 2012)

El proceso de momificación se puede clasificar en tres “tipologías”(Aufderheide, 2003, citado por Morales, 2012).<sup>27</sup>

Momificación natural: La momia se produce de forma espontánea por las características del entorno (en zonas áridas, muy ventiladas por ejemplo o con falta de oxígeno y alta acidez, etc.)<sup>28</sup>.

Momificación natural inducida: Se produce de manera premeditada, aprovechando las condiciones naturales de la naturaleza (entorno), que propician la momificación.<sup>29</sup>

Momificación artificial: Aquella que se produce provocando una alteración intencional sobre el cadáver. Aunque las momificaciones más antiguas se remontan a la cultura del Chinchorro, Chile (5000 a.C.), las momias más sofisticadas son las egipcias.<sup>30</sup> Las primeras momificaciones artificiales de animales que se conocen son las realizadas en la civilización egipcia<sup>31</sup> y caldea y se practicaba con fines religiosos (Llagostera, 2012).

<sup>27</sup> Los ejemplos que aquí adjuntamos son de animales, pero se da tanto en animales como en humanos.

<sup>28</sup> Este caso se produce en el lago Natrón donde los animales se convierten en “estatuas de sal” (Brandt, 2013) con temperaturas que pueden alcanzar 60 ° C y fuerte alcalinidad, además de una alta composición de sales y carbonato cálcico (Brandt, 2013).

<sup>29</sup> Muchos grupos de civilizaciones antiguas se dieron cuenta que en determinadas condiciones como en cuevas, desiertos áridos, etc. sus muertos no se descomponían de la misma manera. Tal es el caso del perro encontrado en la cueva de la Candelaria Cohahuila, México (alrededor del año 1000 d. C.).

<sup>30</sup> Existen otros tipos de momificaciones muy diversas, como las momias rojas, las negras, de barro, etc. con preparaciones muy diferentes.

<sup>31</sup> En las momias egipcias casi todas las vísceras eran retiradas, y la cavidad corporal y la superficie del cuerpo eran tratadas con una disolución de natrón pulverizado (Mezcla natural de decahidrato de carbonato de sodio y aproximadamente un 17% de bicarbonato de sodio, junto con pequeñas cantidades de cloruro de sodio y sulfato de sodio). Tras extraerlo del natrón, el cuerpo era recubierto, tanto por dentro como por fuera, con resina para preservarlo y se envolvía con vendajes de lino.





**Figura 4. Flamenco convertido en “estatua de sal” por causas naturales en lago Natrón. Tanzania**



**Figura 5. Dos momias de gatos. Antiguo Egipto**



Momificación y **embalsamamiento** se utilizan como sinónimos, aunque en realidad esta última expresión se utiliza desde el siglo XIX. El embalsamamiento sería un tipo de momificación artificial utilizando diversos bálsamos o sustancias químicas que evitan la putrefacción bacteriana. Los cuerpos embalsamados siguen descomponiéndose aunque más lentamente y por ellos son susceptibles de necesitar nuevos tratamientos que frenen la degradación (Morales, 2012).

El aspecto de la piel momificada varía en función de la metodología empleada: desecación con humo o sales, liofilización, etc. La piel momificada queda arrugada, cambia de color, y muy fragilizada. Al contener tejido adiposo presenta problemas de oxidación de la grasa. Conserva, por tanto, todas las capas a las que se ha hecho referencia con antelación (epidermis, dermis e hipodermis). De hecho algunas momias, como la momia de la Princesa de Ukok (Altai, Siberia), de 2500 años de antigüedad, conservan sus tatuajes.

### 6.2.2 Liofilización

Este tipo de método de conservación de los ejemplares comenzó a emplearse en la industria alimentaria y farmacéutica, aunque pronto se aplicaron a otros sectores como la conservación de restos arqueológicos y la recuperación de archivos y documentos gráficos tras un incendio o una inundación, aunque la liofilización también se produce de manera natural en la naturaleza (Díaz, 2012)<sup>32</sup>.

Las cualidades e interés de este procedimiento residen en que los especímenes tratados de esta manera, respecto a otras técnicas, conservan con bastante fidelidad el aroma, color y la forma del producto. Por otro lado, al perder el agua son muy ligeros y, por añadidura, muy frágiles.

Los cuerpos tratados de esta manera pueden volver a hidratarse recuperando casi el total del agua perdida, volviendo a su aspecto originario.

Cada vez es más frecuente hallar estas piezas en colecciones de Historia Natural, lo que plantea nuevas perspectivas desde el punto de vista de la conservación de los especímenes.

### 6.2.3 Taxidermia/naturalización/disecar

#### Definición de Taxidermia

Definición del DRAE: Taxidermia: **1.** “Arte de disecar los animales para conservarlos con apariencia de vivos **2.** Taxidermia: del griego *Taxis* (arreglo, preparación) y *derma* (piel): Arte que tiene por finalidad

<sup>32</sup>Este procedimiento consiste en la deshidratación de un cuerpo por medio de la sublimación del líquido existente en él, al congelar primeramente el espécimen, para posteriormente aplicar calor en una atmósfera de vacío y de esta manera convertir el hielo en gas directamente, sin pasar por el paso líquido. El vapor de agua formado es posteriormente absorbido por un sistema de refrigeración, eliminándolo.

preparar y conservar las especies muertas y que sigan aparentando estar vivas. Etimológicamente significa preparación de pieles".

#### Definición de disecar

Disecar: El DRAE proporciona varias definiciones que se confunden con diseccionar

Sin embargo de todas las definiciones dadas la más correcta es: "Preparar [los animales muertos] para conservarlos con la apariencia de vivos".

El Diccionario Larousse en su edición de 2009 define disecar como: "Científicamente es poner al descubierto la anatomía de un animal para el estudio ulterior que es lo que se hace al efectuar la disección del mismo".

A menudo se utilizan como sinónimos los términos disecar, desecar y diseccionar. Existe cierta confusión a este respecto. En realidad, **la disecación es un sinónimo de la taxidermia**, la primera es la denominación antigua que aún se emplea, como veremos en el apartado de semántica.

Como se ha indicado, la taxidermia tiene una dimensión estética. Prácticamente, lo único que se conserva del animal es la piel, todo lo demás es una recreación, aunque esta afirmación no es realmente tan rotunda ya que a lo largo de la historia han variado mucho las técnicas y en consecuencia los resultados finales, dependiendo de las partes que se conservan del animal original en una naturalización.

Este apartado se dedicará a la piel. El resto de elementos constitutivos (relleno, armazón, y otros productos y materiales empleados) se abordaran con más detenimiento en capítulos posteriores.

#### Procedimiento

Cómo se verá en el capítulo 9, a lo largo de la historia de la taxidermia se han empleado numerosos tratamientos para preparar la piel, dependiendo de diversos factores entre los que está el tipo de animal o la época. Además, los productos empleados y la metodología difieren entre animales de tamaño pequeño como aves o mamíferos pequeños, respecto a aquellos de grandes dimensiones. Generalmente, los animales de tamaño reducido reciben lo que se denominaría tratamientos preservativos, que consistirían en restregar el interior de las pieles (en otras ocasiones el exterior) con ciertas sustancias con propiedades desinfectantes o desecantes entre otras, a medida que las aves van siendo limpiadas durante el desollado. La piel se encuentra de esta manera preservada frente a los agentes externos, especialmente del ataque de plagas, pero no se frena su deterioro. Los animales de mayor tamaño suelen recibir un tratamiento diferente de preparación de la piel, más similar al peletero, donde la piel se prepara en baños sucesivos quedando curtida o semi-curtida.<sup>33</sup> La diferencia en el resultado final de unos y otros tiene que ver con los cambios dimensionales que se producen al perder la piel el agua constitutiva, donde la distancia que se genera en la piel entre unas fibras y otras de colágeno se pierde. En los tratamientos de curtido el agua perdida se sustituye por

---

<sup>33</sup> Este estadio de la piel se suele conocer como piquelado entre otros términos y aunque muchas veces se dice que la piel ha sido curtida, este término no sería del todo correcto como ya se ha visto puesto que la piel presenta cualidades diferentes. Una piel curtida es mucho más estable frente al deterioro como se verá más adelante.

---

otros compuestos como sales o grasas, conservándose en mayor o menor medida esta distancia entre las cadenas de colágeno y manteniendo características como la elasticidad.

Hoy en día, en muchas ocasiones, los procedimientos empleados en la taxidermia están recogidos de la industria del cuero y variarán dependiendo del tipo de animal a tratar.

Pocos taxidermistas tienen un conocimiento avanzado en como curtir correctamente las pieles, y la mayoría de ellos emplean tratamientos piquelantes o recurren a que les prepare las pieles un curtidor profesional (Jullien y Walter, 2002).

En la actualidad como ya se ha indicado, para preparar la piel, especialmente de animales de gran tamaño, se emplean tratamientos y rutinas similares a las empleadas en la técnica peletera y de curtido del cuero, aunque no todos los tipos de curtido son idóneos para la taxidermia. Franz Jullien e Yves Walter, 2002 presentan un tipo de curtido que se desarrolla en 7 pasos que comprende el desollado, remojo, piquelado, curtido, neutralización, nutrición y secado (Jullien y Walter, 2002). Éstos se verán a continuación comparándolos con los tratamientos del cuero y peleteros.

#### Morfología y apariencia de una piel naturalizada

Una piel naturalizada conserva la epidermis y la dermis, pero se elimina lo más posible la capa de hipodermis con cuidado<sup>34</sup>, ya que podría llegar a deteriorarse la dermis, lo que ocasionaría una pérdida de los pelos y plumas del animal, como se indicará en el apartado dedicado a los procesos de la industria del cuero.

Los factores que influyen en el resultado final son todos los procesos de preparación, las regiones climáticas en el que se encuentra el animal (tanto en vida como ya preparado como piel), época del año en que se sacrifica, edad, tipo de animal o posibles enfermedades que haya podido padecer principalmente.

Además, el comportamiento de una piel que solo ha sido pre-curtida no será el mismo de otra curtida, ya que esta circunstancia influirá en los procesos de degradación y también en las operaciones de conservación, como la reversibilización de deformaciones, consolidación o el tipo de limpieza, entre otras.

#### **6.2.4 La industria del cuero y la peletería**

---

La industria de la producción de piel para el uso en prendas de vestir y otros enseres ha variado con el paso de los siglos.

Marion Kite hace hincapié en la importancia que tuvo el descubrimiento del alumbre en el tratamiento de la piel y el cuero<sup>35</sup> (Kite, 2006).

En este trabajo únicamente se presenta un procedimiento realizado en la industria textil actual para dar una idea de lo similares o dispares que pueden ser los tratamientos dados, frente a los aplicados a

---

<sup>34</sup> Esto se hace por el llamado proceso de acucillado, donde se rebaja además el grosor de la piel para hacerla más manejable.

<sup>35</sup> Parece ser que los chinos ya lo usaban hace 3000 años (Kite, 2006)

la taxidermia ya que, cómo se ha indicado, en la conservación-restauración de taxidermia se emplean pieles y cueros de la industria actual y se aplican tratamientos de conservación y restauración tomados de los aplicados al cuero y a la peletería, siendo el conocimiento de dichas diferencias y semejanzas determinante durante la adecuación de dichos tratamientos.

Por otra parte, se hace una referencia especial a la **peletería**<sup>36</sup> ya que, al conservar conjuntamente el pelo y la piel, se utilizan tratamientos ligeramente diferentes. Durante la producción de pieles se busca emplear tratamientos que sean compatibles, tanto con el pelaje como con la piel que lo sustenta, a diferencia de la producción de cuero que elimina el pelo (Kite, 2006).

La piel resultante en peletería debe ser flexible, y poseer buena tracción para mantener la costura, no ser dura sino elástica, para que mantenga la forma y aguante el desgaste, almacenamiento, y las operaciones de limpieza comerciales (Kite, 2006).

Roy Thomson, 2006, divide las diversas operaciones de curtiembres en tres grupos principales (Thomson, 2006): operaciones de pre-curtido<sup>37</sup>, curtido<sup>38</sup> y operaciones post-curtido<sup>39</sup>.

Estas operaciones suelen realizarse en soluciones acuosas.

**1. Desollado**<sup>40</sup>: Es el momento en el que se retira la piel del animal. Se realiza con cuchillos y otras herramientas. En taxidermia sobre todo, debe hacerse con el animal fresco ya que sino este proceso se complica y es más probable que se dañe la piel. (Jullien y Walter, 2002).

En peletería existe una industria muy especializada que define a la perfección como debe ser este proceso para aprovechar al máximo la piel y el pelaje y sacar el máximo beneficio económico.<sup>41</sup>

Antes del remojado, tras el desollado, la piel llega a la mesa de operaciones de numerosas formas como hemos visto. Generalmente el tejido graso ya se ha raspado antes del secado. (Kite, 2006).

#### Pre-curtido<sup>42</sup>

El precurtido de la piel implica la aplicación de una metodología en fases sucesivas:

**2. Lavado y remojo:** La función del mojado es la de restaurar al colágeno seco la cantidad aproximada que ha perdido y prepararla para recibir los siguientes tratamientos (Kite, 2006). Además cumple la función de ayudar a retirar los elementos no deseados como la carne (descarnado) y, en

<sup>36</sup> El DRAE define peletería como el Oficio de adobar y componer las pieles finas o de hacer con ellas prendas de abrigo, y también de emplearlas como forros y adornos en ciertos trajes.

<sup>37</sup> En la que se extraen los constituyentes no curtibles de la piel como el pelo, las células de grasa, proteínas fibrosas y la carne y como hemos visto las fibras de colágeno se preparan para el curtido.

<sup>38</sup> Donde la piel se transforma en cuero tras la formación de enlaces cruzados químicos y supramatrices moleculares entre las moléculas del colágeno adyacentes.

<sup>39</sup> En las que las pieles se tratan para darle propiedades como el color tacto y apariencia deseada.

<sup>40</sup> Tras el desollado, la piel se trabaja a continuación o se conserva con distintas técnicas hasta el momento de trabajarla (por medio de la congelación, desecación o salmuera entre otras). Por ellos en ocasiones las pieles pueden estar preparadas antes de proceder con el proceso de curtido. (Thomson, 2006, p. 77). Esto puede afectar en la calidad y propiedades de la piel si no se realiza un lavado adecuado para volverla a tratar. El desollado lo omitiremos durante los otros procedimientos porque no es el interés de este capítulo.

<sup>41</sup> Ver en la bibliografía: *North American fur auctions. Wild Fur Pelt Handling Manual, 2012.*

<sup>42</sup> Generalmente el curtidor recibe la piel ya preparada evitando la descomposición bacteriana por secado o por saturación de la piel en una solución de salmuera que contiene un bactericida.

algunos casos, por ejemplo en taxidermia, ablandar la piel que ha sido pre-tratada (Jullien y Walter, 2002).

En la industria del cuero se realiza en un baño en soluciones diluidas de álcalis y agentes humectantes para eliminar la sangre, suciedad y exceso de sal (Thomson, 2006, p. 77-81). En peletería se añade sal al baño y el exceso de agua se elimina antes del descarnado (Kite, 2006). **En taxidermia** se sumerge la piel en agua mezclada con otros productos, entre los que se encuentran ácidos para acelerar el proceso, humectantes y agentes bactericidas. Se debe mantener una temperatura de 20 ° C, el pH entre 3,5 y 4; el tiempo de permanencia es variable (Jullien y Walter, 2002)

**3. Encalado:** Esta operación se hace en la industria del cuero pero no en la peletera ni en la taxidermia. Es una suspensión de hidróxido de cálcico que contiene agentes como sulfuro de sodio o hidrosulfuro de sodio que aceleran el proceso de "depilado o apelambrado". En esta etapa se ataca el pelo y la epidermis y otros constituyentes no colágenos de la piel. También se abre la estructura de la piel y se modifica químicamente el colágeno (Thomson, 2006):

**4. Descarnado:** Las partes no deseadas de la carne, membranas y grasa adheridas a la parte inferior son cortadas (Thomson, 2006). En peletería al igual que en la industria del cuero y la taxidermia, se elimina con cuchillos (manuales o mecánicos), la capa de proteína que separa la piel de las capas de grasa y órganos del cuerpo. Se debe eliminar bien esta capa porque puede inhibir los tratamientos posteriores al no ser permeable, pero estos trabajos no deben ser muy "profundos" ya que se puede dejar al descubierto las raíces de los pelos propiciando la caída de estos durante tratamientos posteriores (Kite, 2006)

**5. Recortado/igualado:** Esta técnica se utiliza en peletería, donde en pelambres más largos, para igualar el aspecto general de las pieles, se recorta aquellos pelos más largos. Esto se suele hacer con pieles de castores, focas o nutrias entre otras (Kite, 2006).

**6. Serraje:** La división del grosor de la piel para conseguir dos o más capas, se utiliza en la industria del cuero, pero no en la peletera ni en la taxidermia. Actualmente se divide la piel con máquina para dar el grosor adecuado<sup>43</sup> (Thomson, 2006).

**7. Desencalado:** Utilizando diversos ácidos débiles o sales tampón para reducir la alcalinidad de la piel (Thomson, 2006). Este paso solo se da en la industria del cuero, donde se ha atacado el pelo con el proceso de encalado.

**8. Bateado:** Baño a base de enzimas para limpiar aún más la estructura de la piel al hacer solubles proteínas no colágenas que ya estaban debilitadas en el proceso de encalado. Se aplica siempre a las pieles desencaladas para proporcionar la flexibilidad necesaria y una apariencia de "piel acabada". Antiguamente se realizaba con excrementos de paloma y de perro (Thomson, 2006).

**9. Piquelado:** Tanto el remojo como el piquelado ayudan a eliminar las sustancias proteicas no deseadas (Schaefer, 2014). Se trata de un pre-curtido. (Jullien y Walter, 2002), tiene una acción bactericida y contribuye a la descomposición hidrolítica del material que no es colágeno dentro de la estructura de la piel. (Kite, 2006).

---

<sup>43</sup> Esto puede determinar (limitar) la resistencia al desgarro del cuero (Haines, 2006).

En este baño el pH se reduce, en cueros a entre 2,0 y 2,5 bajo la acción de ácido sulfúrico o clorhídrico. Se añade también sales de cloruro de sodio o sulfato de sodio para evitar la hinchazón osmótica<sup>44</sup>. (Thomson, 2006).

En peletería el método usado más antiguo es el método Leipzig; es una mezcla de ácido sulfúrico<sup>45</sup> y sal aplicados por inmersión<sup>46</sup> con una brocha<sup>47</sup>. También se pueden usar otros ácidos como el ácido fórmico, acético, láctico y glicólico (Kite, 2006).

Este proceso con ácido también sirve para abrir las fibras de colágeno pero neutralizándolo posteriormente con agua. El piquelado con ácido da las pieles suavidad y ligereza (Kaplan, 1971, citado por Kite, 2006). También se ha utilizado el piquelado de alumbre creando una piel más resistente y menos elástica (Kite, 2006).

Respecto a otros tipos de tratamientos en peletería, las sales de aluminio<sup>48</sup> no forman combinaciones estables con el colágeno a diferencia de las sales de cromo o el formaldehído que no se invierte con el remojo en agua y se han utilizado en conjunción con otros tratamientos (Kite, 2006).

En la taxidermia, al igual que en los otros dos, en este paso se prepara la piel para permitir la penetración y fijación de sales de curtido (en este caso, curtido al cromo o taninos sintéticos). El pH se mantiene en 3,5<sup>49</sup> (Jullien y Walter, 2002). Antiguamente se denominaba curtido al alumbre o curtiembre al proceso de piquelado realizado con sulfato de aluminio ( $\text{SO}_4)_3\text{Al}_2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ <sup>50</sup> o con alumbre  $(\text{SO}_4)_3\text{Al}_2 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  (Jullien y Walter, 2002).

Este tratamiento impermeabiliza el colágeno, pero no es una curtición propiamente dicha. Tras esta operación, el cuero permanece duro y córneo y las fibras de colágeno no se separan las unas de las otras. (Jullien y Walter, 2002).

Los enlaces de colágeno que se establecen con este piquelado ácido son reversibles y se destruyen en el agua de lavado y aunque el proceso de reposo o maduración mejora estas uniones, la piel aún es sensible a las variaciones de humedad y temperatura. (Jullien y Walter, 2002).

La mayoría de los grandes especímenes montados a finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX fueron "curtidos" al alumbre. (Jullien y Walter, 2002).

### Curtido

El verdadero curtido transforma la piel en cuero imputrescible (Jullien y Walter, 2002).

---

<sup>44</sup>Ya se ha indicado que muchas pieles se conservan en este estado para su comercialización o se preparan con un ligero curtido con materiales curtientes vegetales. Esto implica realizar otras operaciones para preparar la piel para el curtido, como blanqueos o aclarados para acercar el pH al 2,5 y eliminar los elementos de pre-curtido no deseables.

<sup>45</sup>Dada su toxicidad se ha ido sustituyendo por otro tipo de ácidos orgánicos más seguros (Kaplan, 1971).

<sup>46</sup>Deja el cabello ácido y si no se neutraliza puede deteriorarse. Suele añadirse amoníaco al baño de aceitado para neutralizar el ácido.

<sup>47</sup>Suele usarse así para pelajes largos

<sup>48</sup>Se utiliza sulfato de aluminio

<sup>49</sup>En el caso de un curtido vegetal, el piquelado se debe hacer con bicarbonato para evitar la precipitación del ácido y la sal por la acción del curtido.

<sup>50</sup>Este sulfato es hidrolizado por el agua y se descompone en hidrato de aluminio  $\text{Al}(\text{OH})_3$  y ácido sulfúrico  $\text{SO}_4\text{H}_2$ . El ácido sulfúrico provoca la hinchazón de colágeno y el hidrato de aluminio forma, con el sulfato no disociado, sulfatos básicos que se precipitan en las fibras por adsorción más o menos estable. Para remediar este inconveniente se limita la hinchazón ácida añadiendo sal marina.

Durante el siglo XX se han incorporado numerosos productos a la industria del cuero que permiten producir cueros con características diversas:

Los tipos de curtido se pueden dividir en (Covington, 2006):

- Vegetal.<sup>51</sup>
- Mineral: Sales de cromo<sup>52</sup>, aluminio, titanio o circonio entre otros.
- Aceite.
- Aldehído: Formaldehído, glutaraldehído, Oxazolidina.
- Taninos sintéticos (sintanos).<sup>53</sup>

Los más usados son los diversos curtientes vegetales, los sulfatos crómicos básicos y los sintanos, aunque la mayoría de los cueros se producen usando una combinación de materiales curtientes para buscar las cualidades deseadas.

Hoy en día el proceso del curtido al cromo con sus variantes se utiliza en el 80 % del curtido de cuero.

**En peletería**, el curtido al cromo se utiliza en pieles con pelaje en casos excepcionales. Estas pieles tienen una temperatura de contracción superior a cualquier otro procedimiento, aunque son más gruesas y pesadas que aquellas preparados con ácidos o alumbre, permitiendo un menor estiramiento cuando se humedecen (Kite, 2006).

Por otro lado, proporciona un tono verde azulado a la piel y al pelaje haciéndolas inadecuadas para efectuar blanqueamientos con peróxido de hidrógeno. Se usa cuando se emplean tintes y colorantes textiles con rangos de temperatura entre 60-80°C, que no aguantarían aquellas hechas con ácido o alumbre. (Kaplan, 1971, citado por Kite). Se ha usado para piel de oveja o ciervo (Kite, 2006).

En taxidermia se han aplicado a lo largo de la historia diferentes tipos de curtido o semi-curtido, como el vegetal<sup>54</sup>, también empleado en la industria del cuero, el curtido al cromo<sup>55</sup> que proporciona una coloración azul a la piel como ya se ha indicado, (Jullien y Walter, 2002), el curtido con sales de aluminio (Quevedo, Hdez.-Camacho, Muñoz-Saba y Simmons, 2005), el curtido al hierro<sup>56</sup>, el curtido al

<sup>51</sup> Da lugar a cueros densos y firmes usados para suelas de zapatos, bolsos, cinturones, etc.. aunque también se consiguen otro tipo de pieles menos resistentes con curtidos vegetales, aunque con procedimientos diferentes.

<sup>52</sup> Hoy en día se realiza el “tamborileo” (introducir la piel en un tambor) de la piel piquelada en una solución de sulfato crómico básico. Este proceso genera los llamados wet blue, cueros en estado de semicurtido para su comercialización. Este tipo de curtido produce cueros flexibles, suaves y elásticos resistentes al desgaste y la flexión.

<sup>53</sup> Se utilizan solos o en combinación con otros materiales de curtido para mejorar cualidades como el tacto en curtidos al cromo.

<sup>54</sup> a) el curtido vegetal, muy antiguo y tradicional, se puede hacer a través de la corteza, hojas, agallas, las frutas, gomas, la madera ...

<sup>55</sup> El agente de curtido es hidrato de cromo,  $\text{Cr}_2(\text{OH})_6$  u óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), ya sea en esta forma o en la forma de un cloruro o de un sulfato. Existen dos métodos de curtido al cromo.

El curtido en un baño. Se prepara una solución de cloruro o sulfato de cromo, es decir de un cuerpo cuyos componentes son un ácido fuerte (sulfúrico o clorhídrico) y el óxido básico de cromo. El colágeno de la piel forma entonces una combinación estable con el óxido básico.

El curtido a dos baños. La piel se sumerge en un primer baño de ácido crómico, que se deposita sobre las fibras para dar una combinación inestable y luego en un segundo baño de hiposulfito de sodio en el que se añade al ácido clorhídrico para provocar la formación de anhídrido sulfuroso utilizado como reductor. Esta solución transforma el ácido crómico fijado en óxido básico, que realiza un enlace estable con el colágeno.

<sup>56</sup> En el curtido al hierro, el principio empleado es el mismo que el del curtido al cromo: la operación se realiza en una solución de sulfato de hierro, que se obtiene mediante la reducción del sulfato férrico mediante carbonato de sodio. La

aceite, utilizado para hacer gamuzas o los taninos sintéticos<sup>57</sup>. (Jullien y Walter, 2002) entre otros. Actualmente el curtido al cromo y el aluminio son los más usados (Quevedo et al., 2005). Todos ellos tienen unas características propias que los hacen más o menos idóneos para las pieles de especímenes naturalizados y que presentan asociadas ciertas problemáticas que pueden generar en graves deterioros, como se verá en los capítulos 9 y 12.

#### Post-curtido

Después del curtido se realizan alguna o todas las operaciones siguientes:

- 1. Rebajado:** Se utiliza en la industria del cuero para proporcionar el espesor requerido (Thomson, 2006).
- 2. Neutralización:** Sirve para modificar el pH (entre el 5,5 y 6) y neutralizar la acción de los productos utilizados (Jullien y Walter, 2002).

En la industria del cuero se suele realizar utilizando soluciones con álcalis suaves (Thomson, 2006), pero también, como sugieren Franz Jullien e Yves Walter, 2002, en el curtido usado en la taxidermia se puede realizar a través de un simple lavado o adicionando al baño secuestrantes orgánicos e inorgánicos (proceso BASF) o bicarbonato de sodio. Si esta operación no se efectúa adecuadamente, las piezas pueden sufrir importantes deterioros. Posteriormente, la piel ha de lavarse de nuevo en agua (Jullien y Walter, 2002).

**3 Re-curtido:** En la industria del cuero en ocasiones se realiza un recurtido con materiales vegetales o curtientes sintéticos para proporcionar el tacto adecuado para el cuero o modificar las características de teñido (Thomson, 2006).

**4. Teñido:** El teñido del cuero se realiza con ácidos específicos y colorantes directos. También se aplican otros productos para proporcionar efectos deseados (Thomson, 2006).

En peletería, el propósito de teñir las pieles, generalmente responde a una intención de mejorar la apariencia<sup>58</sup> o con motivos acordes con la moda. En la industria peletera, alrededor de 2/3 y ¾ partes de las pieles son teñidas. Algunas nunca se tiñen como el ocelote; otros siempre como el astracán (Kaplan, 1971, Austin, 1922, citados por Kite, 2006). Muchas pieles son teñidas selectivamente, por ejemplo, las puntas de los pelos se colorean a mano para igualar el color. También se han teñido y aplicado otros tratamientos a pieles de conejo o zorro por ejemplo como el esquilado u otros, para imitar las pieles de especímenes más valiosos como el visón o la foca (Kite, 2006).

La piel y el pelo tienen la capacidad de teñirse de manera diferente, siendo más permeable la piel que pelo. También esta capacidad difiere de un tipo de pelo a otro, por ejemplo entre el pelo inferior (felpa) y el superior (de guarda) (Kite, 2006).

---

solución es inestable, se conserva muy mal. Es más, el cuero curtido al hierro no resiste la acción del agua y se descurte con el lavado.

<sup>57</sup>Productos químicos de fórmula muy compleja a base de formol, urea, naftalina, fenol, aluminio, hidrocarburos entre otros. Este tipo de curtido (de tipo fenólico específicamente) se usa actualmente en el Museo de Ciencias de París. Tiene la característica de que penetra muy bien en la piel, no la colorea, y permite una buena separación de las fibras de colágeno. (Jullien y Walter, 2002).

<sup>58</sup> Algunos individuos presentan coloración desigual de unos a otros o dentro de su mismo pelaje. Unificar estas diferencias eleva el valor de la piel.



Los colorantes también pueden afectar al brillo del pelo y la temperatura del baño de tinte no puede superar los 35°C. El procedimiento no debe extraer los productos químicos utilizados en el proceso de elaboración. Los colorantes también necesitan tener buena resistencia a la luz y resistencia al roce (Kite, 2006).

Las pieles pueden teñirse mediante inmersión, donde toda la pieza es teñida, o con cepillo, donde solo las puntas se colorean. Estos tratamientos se pueden combinar. El proceso de teñido comprende 3 etapas: "matar la fibra"<sup>59</sup>, Mordentado<sup>60</sup> y teñido<sup>61</sup> (Kite, 2006).

**5. Engrasado, aceitado o nutrición:** Su propósito es lubricar y evitar la adhesión entre las fibras de la piel durante el secado (Kite, 2006). Se realiza tamborileando las pieles en una emulsión de varios aceites animales, vegetales o minerales junto con otros productos como agentes humectantes (Thomson, 2006).

En peletería se suelen aplicar con una molienda para asegurar la penetración y correcta distribución por todas las partes de la piel. Después, se retira el exceso de aceite por medios mecánicos y se estira la piel. Para ello, también se aplica serrín, que luego se sacude para eliminar la última parte de polvo por medio de la golpiza.<sup>62</sup> La golpiza también libera las fibras de piel separándolas (Kite, 2006).

En peletería, el teñido se suele hacer después del engrasado. (Kite, 2006).

En taxidermia, para la nutrición se impregna el cuero mojado con una emulsión de aceite<sup>63</sup> en agua. De esta manera se separan las fibras de colágeno y la piel adquiere flexibilidad y las grasas añadidas sustituyen a las perdidas en los baños anteriores. Esta operación se puede llevar a cabo durante la neutralización. (Jullien y Walter, 2002).

**7. Secado:** Se realiza al aire libre o introduciendo la piel en un tambor con serrín. En taxidermia, posteriormente la piel se monta sobre el modelo, actualmente realizado con espumas y resinas sintéticas. (Jullien y Walter, 2002). Este secado se utiliza cuando las pieles no se van a montar en el momento, ya que en taxidermia el proceso habitual implica la colocación de la piel mojada sobre el relleno del animal, secando ésta sobre el modelo para adaptarse a la forma.

**8. Replanteo/Estirado:** En la industria del cuero las pieles ligeramente húmedas son flexionadas y estiradas-(Thomson, 2006).

**9 Acabado:** En esta fase se aplican distintos productos y revestimientos para dar acabados deseados, como por ejemplo el charol en cueros. (Thomson, 2006).

En peletería también son variados, por ejemplo, la aplicación de una solución salina en el reverso de las pieles para reponer la sal perdida durante el teñido. También pueden re-aceitarse, aplicarse otro tamborileado y realizar el estiramiento de las pieles; luego se pasa a los procesos de confección, que no serán desarrollados en este estudio (Kite, 2006).

<sup>59</sup>Su función es la de favorecer la receptividad al mordiente y a los tintes. Se usan soluciones alcalinas, agentes oxidativos o agentes reductores.

<sup>60</sup>Sirve para acelerar los procesos de tinción y reducir la cantidad de colorante usado.

<sup>61</sup>Con colorantes vegetales, minerales o inorgánicos, por oxidación o con colorante de alta temperatura.

<sup>62</sup>Golpear la piel con diversos instrumentos

<sup>63</sup>Con aceites sintéticos estable.

**10. Hilvanado/injertado:** En la industria peletera, se trata de insertar pelos entre el pelaje para imitar otro tipo de pieles, adhiriendo el pelo o los pelos con un adhesivo fuerte resistente al agua. Es importante que un conservador se fije en si una piel ha sido “injertada” antes de realizar cualquier operación de limpieza (Kite, 2006).

Al margen de la piel de mamíferos, la industria del cuero y peletera también ha trabajado, para diversos fines (calzado, cinturones, etc.), pieles animales de otra naturaleza, de los que eran denominados “animales exóticos” extraídas de reptiles, peces, aves etc. como la piel de cocodrilo, de serpiente o de tiburón. En este caso, se estudiarán únicamente aquellas relacionadas directamente con la presente tesis doctoral, es decir, la de las aves, que se definirá más extensamente en el apartado siguiente.



**Figura 6. Curtido y tintado a mano de cuero en Fez (Marruecos)**

#### **6.2.5 Arte plumario**

Dentro del mundo de la conservación y restauración de taxidermia, las labores de conservación de elementos etnográficos y, sobre todo, del arte plumario, tendrán gran repercusión y podrán servir, con reservas y hasta cierto punto, como patrones de actuación. Existen numerosas investigaciones sobre la conservación de arte plumario, que son recogidas por las colecciones de historia natural y aunque, como veremos, presentan diferencias con las piezas naturalizadas, ya que la gran mayoría son plumas exentas no unidas a la piel del animal, estas investigaciones resultan una herramienta fundamental. Una de las personas que ha realizado investigaciones sobre aves enteras es Allyson Rae, referencia mundial sobre conservación-restauración de arte plumario.

Arte plumario o arte plumaria es el arte cuya materia son las plumas (Muñoz, 2006). Desde la prehistoria se desarrolla la actividad humana de elaborar arreglos personales con plumas de aves, de acuerdo a

las especies y tradiciones que se encuentran en cada región. Este tipo de arte se presenta en la mayoría de culturas.

Se considera que América es el lugar en que se desarrolló en su máximo esplendor.

Russo, 2011, lo define de la siguiente manera:

El arte plumario es una técnica de origen prehispánico que tras la llegada de los españoles a América, se difundió y trastocó la plástica universal, convirtiéndose en la primera manifestación artística que impactó en Europa y Asia. (Russo, 2011, p. 2)

Dado que este tipo de trabajos tienen una difícil conservación y existe poca documentación sobre el tema, los testimonios que han llegado hasta nuestros días pertenecen mayoritariamente a la época colonial hispánica, aunque se sabe que las plumas se han encontrado por primera vez en la región olmeca (Amezaga, 2006)

El uso de pieles exóticas de diversos animales se remonta a la prehistoria, mucho antes del descubrimiento por los europeos de las zonas tropicales del mundo. En estas civilizaciones se utilizaban pieles de aves, peces, reptiles, etc. para diversos fines (ornamentación, tambores, etc.). La mayoría de estas pieles se secaban y se flexibilizaban raspando el lado de la carne y aplicando diferentes grasas animales para preservar la piel sin recibir curtido. (Graemer y Kite, 2006).

El uso de plumería en Europa se remonta a la época de los griegos y los romanos donde utilizaban plumas para el atavío (Doughty, 1975, citado por Graemer y Kite, 2006).

Durante el siglo XIX la comercialización de este tipo de pieles se intensificó hasta la extenuación.<sup>64</sup>

Los museos como el Victoria & Albert Museum están repletos de objetos hechos con pieles exóticas como collares, uniformes ceremoniales o sombreros entre otros (Graemer y Kite, 2006) objetos, que constituyen el reflejo de la particular "fiebre del oro" que se produjo entre los siglos XVIII, XIX y XX en la adquisición de estas piezas con "fines científicos" y para satisfacer las necesidades de la moda imperante en la época.

### Procedimiento

Entre los métodos de elaboración de piel de aves se pueden encontrar los usados por los inuit y los pueblos nativos americanos (Oakes, 1991; Oakes y Riewe, 1996, citados por Graemer y Kite, 2006), que implican el raspado de la grasa y la sangre de la piel y luego la succión de la grasa restante; se utilizaron junto tratamientos alternativos, incluyendo el uso de la orina, las grasas de pescado y huevas.

La técnica de plumería realizada en México en el siglo XVI consistía principalmente en el pegado sobre una superficie de madera o metal de las plumas a modo de mosaico. Para adherirlas se solía utilizar engrudo.<sup>65</sup> A finales del siglo XVI se incorporan tiras de papel y oro. Las plumas y otros elementos no van pegados directamente al metal sino a una capa intermedia de papel amate (Medina, 1993).

<sup>64</sup>En una venta celebrada en Nueva York en 1888, se vendieron 30000 colibríes (Trochilidae sp.) en una tarde (Cunnington, 1953, citado por Graemer y Kite, 2006).

<sup>65</sup> Esta es una presentación muy somera del proceso. También existían otras técnicas, de anudado por ejemplo, pero la intención de este trabajo es realizar una introducción a este tema.

Los métodos utilizados en la industria de la moda para la preparación de pieles de aves emplumadas seguramente eran similares a los empleados en el tratamiento de pieles, empleando alumbre, sal y aceites y tal vez formaldehído u otro adobo. Recetas similares a las usadas en taxidermia en las que se incluía el uso de jabón arsenical se han empleado en la industria sombrerera (Kliot y Kliot, 2000, citados por Graemer y Kite, 2006). Sin embargo, también se pueden dar casos en los que las pieles emplumadas solo hayan sido limpiadas y secadas (Graemer y Kite, 2006).

En pieles comerciales de aves el acabado solía ser mate, ya que dada su delicadeza, las plumas no soportaban que se les proporcionara una terminación brillante, como sucedía en otro tipo de pieles donde se empleaba el “abrillantado”<sup>66</sup>, aunque actualmente existen otros procedimientos para obtener acabados más brillantes (Graemer y Kite, 2006).



**Figura 7. “Penacho de Moctezuma”. Museo Nacional de Antropología e Historia, México**

#### **6.2.6 Desecación**

Los seres vivos contienen una gran cantidad de agua constitutiva, que oscila entre un 63% en el caso de los hombres y un 98 % en el caso de las medusas.

Mediante la eliminación del agua por evaporación, los productos detienen sus procesos metabólicos, como la descomposición. El inconveniente de este procedimiento es que en este proceso se descomponen estructuras internas del cuerpo y se arrastran componentes disueltos en ella, como pigmentos naturales. Por estas razones y por la pérdida del volumen del agua, el ejemplar pierde su forma y coloración, aparte de peso.

Lo que es conocido como piel cruda (raw skin en inglés) básicamente es una piel que se deja secar, dejando que se endurezca, volviéndose dura, córnea, frágil y de aspecto traslúcido (Thomson, 2006).

<sup>66</sup> Este método consiste en aplicar una película de albúmina sobre la piel y después mediante presión y golpes de un rodillo de ágata, cristal o acero, en ir sacándole brillo al gusto del operador. (Campbell y Machinery, 2009).



Este material puede volverse a hidratar pero, a diferencia de la liofilización, habrá perdido componentes y su morfología.

### 6.2.7 Pergamino y vitela

El Pergamino es un material hecho a partir de la piel de una res u otros animales, especialmente fabricado para poder escribir sobre él. La piel sigue un proceso de eliminación de la epidermis y de la hipodermis, dejando sólo la dermis y, después, de estiramiento.



Figura 8. Ejemplo de pergaminos

El origen de su nombre proviene de la ciudad de Pérgamo, donde se cree existía una gran productividad de pergamino, aunque su existencia es anterior<sup>67</sup> (Woods, 2006).

#### Proceso de fabricación

El pergamino destinado a la confección de libros y documentos se fabricaba con pieles de animales jóvenes (cordero, ternero o cabrito), porque los individuos adultos proporcionaban una membrana recia y basta que dificultaba el cosido de los cuadernos. De las tres partes que componen una piel, el pergamino **se fabrica solo con la dermis**, como se ha indicado, debiendo eliminar la epidermis y la hipodermis durante el proceso de manufactura. Para facilitar su separación, las pieles se sumergen en una solución de cal que permitirá efectuar el pelado y el descarnado. A continuación, se tensan en un caballete para su estiramiento y acabado, mientras con la ayuda de piedra pómez se frota la superficie resultante a fin de eliminar las últimas impurezas y pulir la superficie de escritura. El pergamino de mayor calidad es la **vitela**, fabricada con pieles de animales nonatos o recién nacidos que se reservaba para los códices más lujosos. En cambio, el pergamino más basto se suele utilizar para hacer tambores, panderetas o productos similares (Woods, 2006).

<sup>67</sup> El ejemplo más antiguo de pergamino es un fragmento de piel de camello encontrado del siglo 8 a. C. en Jordania. (Reed, 1972, citado por Woods, 2006).

Existe un falso pergamino fabricado en la actualidad y llamado 'papel de pergamino', que se usa entre otras cosas para hacer pantallas de lámparas y manualidades. Se fabrica con el papel ordinario, sumergido en una solución de dos partes de ácido sulfúrico concentrado por una parte de agua, neutralizándolo posteriormente.

Respecto a otras pieles y membranas, en el presente estudio se hace referencia a ellas debido a que se han utilizado en el mundo de la restauración de material proteico, como por ejemplo el pergamino para cerrar grietas o lagunas, a modo de injertos o parches, o como material de relleno. Además, existen, dentro de los bienes culturales de carácter etnográfico, parkas realizadas con membrana de intestino y cuyos tratamientos de conservación-restauración resultan complejos. Tanto este tipo de materiales como los tratamientos empleados en la restauración de los mismos podían ser adaptables a la restauración de especímenes naturalizados, por ejemplo de la membrana de las alas de los murciélagos. Por ello, se describirán brevemente las características básicas de algunos de ellos.

Membrana de intestino: Este tipo de material se prepara a partir de la capa externa o peritoneal del ciego de bovinos. También es conocida como piel de batihoja, utilizada antiguamente para batir el oro para hacer panes de oro. (Kite, 2006).

El método incluye el tratamiento por inmersión en una solución de hidróxido de potasio, raspado, lavado posterior, estiramiento y tratamiento con alumbre (Watt, 1897, citado por Kite, 2006).

También se han utilizado como material para los batihojas las vejigas natatorias de ciertos peces como el esturión o el bacalao. Su aspecto es más amarillento y opaco. (Kite, 2006).

Se utiliza en el ámbito de la restauración, en la restauración de pergamino y otros materiales de piel (Kite, 1999, 2006).

Revestimiento para embutidos: Históricamente, las fundas de salchichas se hacían de tripas de bovino. El proceso de elaboración de las mismas comprende varias operaciones que incluye el desgrasado/limpieza, vuelta del revés, fermentación pútrida, cepillado, lavado, inflado, secado y sulfuración. (Watt, 1897, citado por Kite, 2006).

Antes del brote de encefalopatía bovina ocurrido a finales de siglo XX, se utilizaba también la parte interior de las pieles (corium) de animales maduros. Estos se procesaban con ácido acético, produciendo un gel que, por extrusión, se precipitaba sobre una solución salina, se lavaban y se secaban (Kite, 2006).

Se utiliza en restauración de pergamino, para parchear y rellenar faltas (reintegración volumétrica) (Kite, 2006).



**Figura 9. Parka inuit hecha con intestino de morsa**

### 6.3 IMPORTANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL EN LA DETERMINACIÓN DE SU ESTABILIDAD Y LOS TRATAMIENTOS A APLICAR EN ELLA.

Este apartado se dedicará especialmente a las diferencias que presenta la piel en función de los distintos tratamientos a los que ha sido sometida, ya que si bien todo es “piel” algunos métodos de conservación y restauración que son idóneos para unas piezas no funcionan de la misma manera para otros, no resultan efectivos o pueden ser incluso contraproducentes.

En el embalsamamiento y la taxidermia<sup>68</sup> se conserva del animal principalmente la piel (con el pelaje y plumaje), y algunos elementos más, dependiendo, como se ha señalado, del tipo de animal o la época de ejecución. La liofilización presenta todo el cuerpo y podría entrar en el grupo de la momificación pero, a diferencia de ésta, se busca una verosimilitud con el animal que fue mientras vivía.

Respecto al total de capas que se preservan, en la taxidermia se conservan la dermis y la epidermis, Las momias (al menos las egipcias) presentan todas las capas (epidermis, dermis e hipodermis). El animal liofilizado también conserva las tres capas; en el pergamino y la vitela sólo se conserva la dermis. En el cuero la dermis; en la peletería la dermis y la epidermis; en el arte plumario en los casos que se conserva la piel, ésta incluiría dermis y epidermis. En el material desechado o crudo (raw skin) depende de si conserva el pelo o no, la dermis y la epidermis, y si también conserva la grasa, también la hipodermis.

Esto significa, por ejemplo, que los ejemplares que presentan grasas (hipodermis), en condiciones adversas como las momias, el material liofilizado o los ejemplares en fluido (éstos últimos no se han abordado en esta tesis), seguramente sufrirán procesos de oxidación de las mismas, que fragilizarán la piel al variar el pH, acidificándose, y presentarán cambios de coloración,<sup>69</sup> entre otros problemas de naturaleza más grave.

Aunque pueda pensarse que no pueden recogerse experiencias de este tipo de ejemplares para la restauración de aves naturalizadas, la verdad es que pueden ser útiles cuando se estén tratando aquellos que contienen gran cantidad de grasa, como las aves acuáticas o mamíferos marinos que no han sido bien preparados y conservan aún restos de ella.

Respecto a la presencia de algunas sustancias, que derivan de la metodología de su preparación, puede indicarse que algunas pieles no presentan ningún aditivo debido a que la piel no ha sido tratada (como la piel cruda), otros, solo presentan elementos piquelantes, como algunas momias o animales naturalizados, otros piquelantes y curtientes, como algunos cueros y taxidermias más modernas. Además, algunos pueden compartir el problema de toxicidad y riesgos biológicos que pueden estar asociados a estos bienes culturales.

---

<sup>68</sup> Según indica el taxidermista Guillermo W. Violini Ponce, la taxidermia solo se puede realizar con los vertebrados ya que de ellos se puede desprender la piel y recrear sus formas anatómicas. Respecto a los invertebrados solo se pueden hacer prácticas entomológicas o embalsamamiento.

<sup>69</sup> Esto se verá en el capítulo de deterioros.



Las colecciones etnográficas tienen una tradición en el uso de pesticidas muy acentuada y pareja a las colecciones de historia natural y se pueden recoger experiencias de las primeras, en lo referente a los protocolos de protección, legislación o desintoxicación como se verá más adelante.

No sólo los materiales, sino también el procedimiento empleado son importantes de cara a su conservación. Algunas técnicas trabajan la piel con procesos como el tensado, el estacado o el castigado, de modo que van a dar lugar a una variación en la respuesta del tejido frente a las modificaciones termo-higrométricas, al romper, abrasar o separar las fibras de colágeno como en el pergamino al pulir con la piedra pómez (apomazado) o durante el curtido en el proceso de bateado. Por ejemplo, el pergamino y la vitela que se preparan mediante el secado de pieles bajo tensión, exhiben muchas de las propiedades físicas del cuero (Thomson, 2006). Aunque ya se ha visto que los tratamientos de pergamino y de "curtido" al alumbre son muy estables, más que otros procedimientos, éstos tratamientos se invierten con la inmersión repetida de la piel en agua (Thomson, 2006).

En algunos casos concretos, como en el arte plumario, si bien en numerosas ocasiones no se utiliza la piel del animal unida a las plumas, muchas veces recoger protocolos de restauración sobre este tipo de materiales puede ser de utilidad. Por ejemplo, en tareas de limpieza, si bien en el ámbito de la taxidermia no se pueden utilizar tratamientos integrales como una inmersión, sí podrían utilizarse otros, aplicados a objetos etnográficos no desmontables y que pueden reunir en una sola pieza diversos materiales a los que les afecte por ejemplo la humedad. Por otro lado, también los rangos de conservación frente a la luz o de HR y temperatura son extrapolables, entre otros parámetros, ya que los animales pueden contener en el interior, madera, fibras, metal u otros elementos que también aparecen en colecciones etnográficas formando parte de un conjunto como pueden ser momias, máscaras, tocados complejos, tambores, etc. en los cuales pueden aparecer cuentas de cristal (ojos en taxidermia), plumas, entretejidos de fibras, adhesivos o engrudos entre otros muchos materiales. En cuestiones de restauración, el arte plumario actual utiliza procesos de tinción de plumas, por ejemplo, que son y han sido usados en la taxidermia para reponer plumas perdidas en especies protegidas o raras, recogiendo de otras especies más comunes y aptas para el consumo (por medio de retoques de color, recortes u otros tratamientos de estas últimas).

La industria peletera sigue unos procesos similares a los de la taxidermia, aunque no emplean los mismos productos. No debe olvidarse que la mayoría de nuestros animales han sufrido tratamientos antiguos, muy diferentes a los actuales (actualmente existe una legislación de tóxicos muy restrictiva como iremos viendo a lo largo de esta tesis) y ambas conservan las mismas capas de piel (dermis y epidermis). Estas pieles, como se verá en el capítulo dedicado a la restauración, se han utilizado a modo de injertos en faltas de piel original de especímenes naturalizados. Se pueden teñir al igual que en el caso de las plumas, recortar, etc.

Aunque todo este tipo de material cumple el precepto de semejanza y, por lo tanto, de compatibilidad para poder ser empleado en restauración, esta premisa no es del todo exacta.

Deberán tenerse en cuenta, como se verá en esta tesis, parámetros como el pH, la solubilidad, la temperatura de contracción, la presencia o no de sales, de tintes, los tipos de curtido o las capas que presentan, por ejemplo, para poder acometer con fiabilidad los procesos de restauración y, aunque

no se disponga de los medios adecuados, para poder ser completamente rigurosos. El tener en cuenta la existencia de estos parámetros, nos ayudará a enfrentarnos a problemas y desaciertos que vayan surgiendo y a ir diseñando protocolos más meditados y correctos.

#### 6.4 TERMINOLOGÍA Y SEMÁNTICA DE LA TAXIDERMIA

Ya se ha definido gran parte de la terminología específica de la taxidermia. Sin embargo, conviene realizar algunas aclaraciones más. A menudo, cómo se ha indicado, los conceptos se entremezclan y esta circunstancia dificulta la comprensión de algunos textos y por ello se hace difícil datar los inicios de unas técnicas u otras.

A lo expuesto se une el problema de los idiomas. La literatura existente en diversos idiomas nombra las técnicas, profesionales, e inclusive los especímenes de maneras diferentes y a veces en las traducciones se cometen errores que se van arrastrando con posterioridad.

Como ejemplo, puede citarse un artículo muy interesante escrito por Francisco J. Ayala en 2009 en que extrae el caso de John Gould (1804-1881),<sup>70</sup> cuando en 1846 hace una descripción del comercio de colibrís en Sudamérica y cita en dos ocasiones la palabra "embalsamar" aves. Se desconoce si en realidad se refiere a disecar (naturalizar); probablemente sí, ya que aunque este naturalista admiraba a Herodoto, (Sierra, 2014), fue un afamado taxidermista y posiblemente se trate de un problema de traducción o un caso de búsqueda de sinónimos, ya que el escritor también emplea la palabra embalsamar durante el artículo. El texto en cuestión está escrito en español. Sin embargo el texto al que hace referencia está escrito en inglés<sup>71</sup>.

Se ha de tener en cuenta también la utilización de vocabulario específico en cada época, ya que si buscamos un texto del siglo XVIII en una biblioteca, posiblemente empleemos en las bases de datos y buscadores las entradas a este ámbito como "taxidermista" en vez de disecador, (poniendo esta palabra clave en materia), sin tener en cuenta que en ese siglo no se utilizaba la palabra taxidermista en español. De esta manera nos dejaremos la gran mayoría de las búsquedas si la biblioteca no está sistematizada como nos interesa o debidamente ya que, como se ha indicado, este término no se utilizaba por entonces.

Cómo ejemplo de lo expuesto, podría plantearse en qué periodo la palabra disección o el arte de disecar se convierte en taxidermia o el animal disecado en naturalizado. Como se verá, las palabras se utilizan indistintamente en un mismo texto o dentro de una misma época donde hay autores que recurren a una terminología o a otra (por ejemplo en los artículos de la Hemeroteca del ABC, donde autores contemporáneos entre sí se refieren en unos términos u otros):

---

<sup>70</sup> Naturalista, ornitólogo y taxidermista inglés del siglo XIX.

<sup>71</sup> La autora de esta tesis no ha tenido acceso al libro.

A principios del siglo XX algunos sectores ya puntualizaban que el nombre correcto no era “el arte de disecar” sino taxidermia:

El arte de disecar animales como impropiamente se ha denominado y se sigue denominando hasta en el Diccionario de la Academia, puede decirse que no ha sido tal arte hasta ahora. (...) La taxidermia, que es el verdadero nombre del arte de conservar las pieles de los animales en su forma característica y con apariencia de vida, ha evolucionado mucho. La técnica para el montaje<sup>72</sup> de aves es menos complicada que la de los mamíferos (...) Tan buen artista debe ser el que monte aves (...) como el que construya mamíferos bien hechos. (Nemo, 1914, p. 15).

En un artículo del diario ABC escrito por Luis Antonio Bolin (1927), referido a los trabajos de Luis Bendito, se puede ver en el pie de foto “trabajo taxidérmico” (p. 15). En la actualidad, la expresión sería incorrecta. No se utiliza el término como adjetivo, sino como sustantivo.

En otro artículo del ABC de 1928 de Juan M. Mata, el autor describe de esta manera los trabajos realizados para naturalizar La tortuga gigante del Museo de Ciencias Naturales (MNCN) encontrada en Gijón: “La disección del animalejo fue encomendada a D. José María Benedito, gran artista de este género de trabajos (...). La operación de disecar el animal es difícil (...)” (p.52).

Como hemos visto, diseccionar significa abrir un animal para su estudio (cortarlo en partes, etc.), muy diferente a disecar o naturalizar.

En la página web de *Taxidermia Garoz* se describe la historia del negocio familiar y en uno de sus párrafos se indica “Cuando empezó a ser negocio, el taller de disección se fue transformando en un estudio de taxidermia” (Taxidermia Garoz, s.f.). Esto da la pista sobre cómo el prestigio que va tomando este oficio determinará de igual manera la variación del léxico que se utiliza, evolucionando además el operario, de artesano a artista surgiendo además una estratificación profesional. El disecador es el artesano, de segundo nivel, el taxidermista el artista.<sup>73</sup> Cómo veremos también en el capítulo 7 sobre el laboratorio de taxidermia del Museo de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC), la manera en que se nombran los cargos y el espacio (taller) van variando en función de la importancia que en la sociedad va adquiriendo la taxidermia.

Mario Goñi (1960) define al taxidermista: “El disector: Puede ser taxidermista cualquier persona que tenga afición” (...) “No creo que exista un disector que prepare (...)”. (p.21). El autor emplea las palabras taxidermista y disector como sinónimos, el problema es que un disector es también el que disecciona animales, también conocido como preparador.

Otro ejemplo es el término naturalización (sustantivo), naturalizar (verbo) naturalizado (adjetivo). Ésta acepción no aparece en ningún texto o artículo que la autora de este estudio haya leído hasta los años 60 del siglo XX. Sin embargo, el personal del Museo sí lo utiliza, constituyendo la manera correcta de designar esta actividad, aunque este término aún no ha sido recogido en el diccionario DRAE con

---

<sup>72</sup> En inglés los taxidermistas utilizan to mount para referirse al verbo, animal naturalizado, etc.

<sup>73</sup> Esta separación entre artesano y artista no es algo que yo comparta pero es un reflejo de los distintos estatus que se da en la sociedad, que se refleja igualmente en las profesiones.

el significado relacionado con “la taxidermia”; sin embargo disecar sí. Esto demuestra que aún hoy y desde hace años existe un desajuste entre el coloquialismo y el lenguaje científico.

Probablemente este término provenga del francés “spécimen naturalisé”

Así que el problema surge cuando en los textos no se determina o es confuso el proceso de elaboración, ni aparece nada que pueda relacionarlo con unas técnicas u otras.

Todo lo explicado debe tenerse muy en cuenta cuando se esté llevando a cabo una investigación documental en el archivo de la institución por ejemplo en hemerotecas o en la bibliografía de diversos periodos y países.

Por otro lado, a lo largo de la tesis se hará referencia a los especímenes naturalizados, tanto desde su dimensión animal así como su dimensión de objeto. Es decir se utilizarán como sinónimos las palabras: animal naturalizado, espécimen naturalizado o artefacto y objeto entre otras. Allyson Rae (2014) precisamente realiza una disertación sobre esta cuestión.

Los conservadores de objetos etnográficos definen éstos como “producción humana artística u obra hecha por el hombre<sup>74</sup>(Brown, 1993, citado por Rae, 2014). Sin embargo, los conservadores de colecciones de historia natural designan los productos de la naturaleza que se encuentran en sus colecciones, tales como animales, plantas o minerales, como especímenes (Rae, 2014), incluyendo las naturalizaciones que, como se ha indicado, son denominados especímenes naturalizados. Los especímenes montados están a caballo entre los dos, por un lado son producciones de la naturaleza (animales) y por otro, objetos creados por el hombre (artefactos). Por ello ambos conceptos/acepciones se consideran correctas para denominarlos.

Existe también una nomenclatura referente a la región del cuerpo de donde la piel se ha extraído y debe conocerse: El centro de la piel es el lomo o crupón, los costados las faldas o barrigadas, la zona de las patas garras o patas y, la de la cabeza, nuca pescuezo o cabeza. El recorte es lo que “sobraría” cuando se ha eliminado la zona central<sup>75</sup> (Ayala, 1948). Conocer esta terminología es importante también a la hora de realizar encargos de material para restauración en tiendas de peletería o para preparar presupuestos, informes, rellenar bases de datos, etc.

Aunque este tema es una pincelada sobre la problemática referente a la cuestión terminológica, la intención del mismo es la de concienciar al restaurador de animales montados sobre que se debe ser muy riguroso en la interpretación de los términos y su significado en la búsqueda documental.

---

<sup>74</sup> “Product of human art or workmanship”

<sup>75</sup> Estas denominaciones varían respecto al animal cuando está vivo.

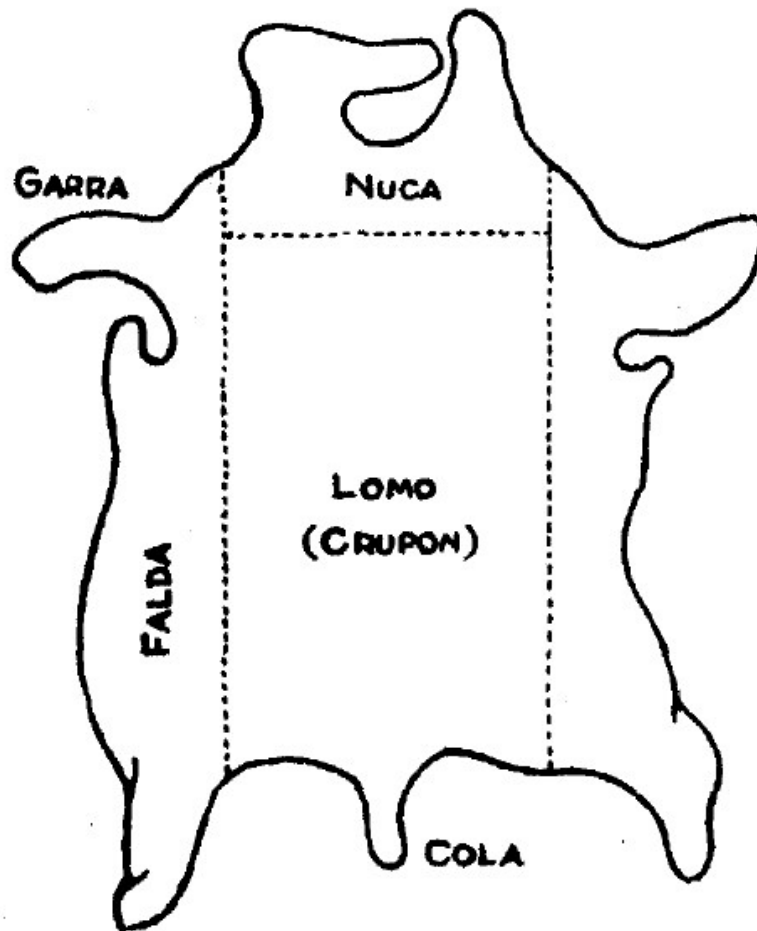


Figura 10. Nomenclatura de la piel

## 7 LOS MUSEOS DE CIENCIAS Y LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL

### 7.1 CREACIÓN Y EVOLUCIÓN DE LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL

#### 7.1.1 INTRODUCCIÓN

El origen de los Museos tiene una estrecha relación con el coleccionismo, afición que se remonta a los inicios de la humanidad, cuando se recogían objetos naturales, bien por sus atribuidos poderes mágicos, belleza, valor económico o botín de guerra (Barreiro, 2003).

En el tomo IV del Diccionario de Autoridades (1734) se define museo como:

"El lugar destinado para el estudio de las Ciencias, letras humanas y artes liberales"(...) Se toma tambien [sic] por el lugar en que se guardan varias curiosidades, pertenecientes a las ciencias: como algunos artificios mathemáticos [sic], pinturas extraordinarias, medallas antiguas" (Real Academia Española, 1726-39. Tomo IV, 1734).



**Figura 11. Detalle de un gabinete de curiosidades.**  
***Kunstammer*, pintado por Frans II Francken en 1636**

Es en el siglo XVI cuando se empiezan a separar los objetos naturales de los artísticos creados por el hombre, siendo expuestos los primeros en las llamadas cámaras de las maravillas, (Morán y Checa, 1985, citado por Barreiro, 2003) o gabinetes de curiosidades, siendo éstos gabinetes los precursores de los Museos de Ciencias actuales. En ellos se exponían los objetos traídos de exploraciones y otras curiosidades, como invenciones de diversa naturaleza o instrumentos científicos y los objetos naturales eran organizados en los conocidos como los tres reinos de la naturaleza: Animalia, vegetalia y mineralia (Pérez, S., 2012).



Famosos gabinetes son el de Ulise Aldrovani (1522-1605), que en 1595 albergaba unos 18.000 especímenes, cediendo su colección posteriormente a la Universidad de Bolonia y dando origen a la colección actual (Pérez, S., 2012), o el Gabinete de Francesco Calzori o Calceolaro donde podían observarse “animales disecados”<sup>76</sup> expuestos a través de un grabado en el catálogo del Museo, fechado en el siglo XVII (Pérez, S., 2012)<sup>77</sup>; algunos objetos de este Gabinete se conservan aún en el Museo de Historia Natural de Verona.



**Figura 12. Grabado del Gabinete de Ferrante Imperato.**

Otros gabinetes a reseñar son el de Ole Worm (1588-1654), inaugurado en 1654 en Copenhague, el de Manfredo Settala (1600-1680), que en 1660 reunía 3000 especímenes o el de Ferdinando Cospi (1606-1686), cuyas colecciones se dispersaron por varios museos.

<sup>76</sup> Las ilustraciones y grabados realizados de los gabinetes muestran en muchas ocasiones animales naturalizados. Ver el Blog Taxidermidades, disponible en [www.taxidermidades.com](http://www.taxidermidades.com).

<sup>77</sup> Catálogo Musaeum Francesco Calceolari que publicaron Benedicto Ceruti y Andrea Chiocco en 1622, Pérez, S. (2012).

## 7.2 ORIGEN, OBJETIVOS Y GÉNESIS DE LOS MUSEOS DE CIENCIAS.

El origen de los museos de ciencias está en la creación de los gabinetes de historia natural. Las nuevas técnicas de conservación que aparecen en el siglo XVII y el gran auge de la investigación van a favorecer el impulso de este tipo de colecciones; como ejemplo podemos citar el uso del alcohol etílico<sup>78</sup> como conservante de animales y las técnicas de inyección de ceras coloreadas o de mercurio en los sistemas vasculares de las plantas y animales (Barreiro, 2003) favorecidas por la invención de la jeringa<sup>79</sup>.

A finales del siglo XVII se abren las colecciones al público general con la inauguración del Ashmolean Museum (Oxford) en 1683, ya que hasta entonces como hemos apuntado el disfrute de dichas rarezas estaba destinado solo a unos pocos. Es durante el siglo XVIII cuando se fundan los primeros museos modernos que aúnan la función de educación pública con la investigación científica (Barreiro, 2003):

- En 1753 se funda el British Museum, que ahora se conoce como The Natural History Museum abierto al público en 1810 (no confundir con el British Museum actual de colecciones arqueológicas y etnográficas del que se separó en 1963).
- o la Charleston Library Society que en 1770 dona sus colecciones para fundar el Museo Charleston<sup>80</sup> en 1773.
- En 1772 se crea El Real Gabinete de Historia Natural, lo que hoy es el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC)<sup>81</sup> fundado por Carlos III<sup>82</sup>. Como veremos este Museo es uno de los más antiguos del mundo, junto con los ya citados (Barreiro, 2003).

Con la intención de ampliar dichas colecciones, en el siglo XVIII se organizan desde muchos países expediciones científicas a tierras exóticas para estudiar y recoger especímenes curiosos.

En estas incursiones, los naturalistas realizaban catálogos con dibujos que explicaban las nuevas especies de fauna y flora encontradas, además de proveer con nuevos objetos a las colecciones de Historia Natural, aumentadas estas por otros especímenes provenientes muchos de ellos de aficionados que los acumulaban en sus colecciones privadas (Pérez, S. 2012). Estas copiosas colecciones no sólo pasaban a formar parte de los museos ya existentes sino que, en ocasiones, eran la base para la formación de un nuevo museo.

---

<sup>78</sup> Conocido como espíritu del vino ya que se extraía de la fermentación de la uva. Parece ser que los árabes ya lo empleaban pero su descubrimiento se atribuye al médico Arnau de Villanova (1238-1311) aunque Antoine Lavoiser (1743-1794) dio a conocer la forma de destilación a partir de la uva.

<sup>79</sup> La aguja hipodérmica fue inventada en 1853 por el médico escocés Alexander Wood (1817-1884) y perfeccionada por el cirujano y ortopedista francés Charles Pravaz (1791-1855).

<sup>80</sup> El primer Museo de Historia Natural de América.

<sup>81</sup> De aquí en adelante se empleará para designar al Museo sus siglas (MNCN-CSIC).

<sup>82</sup> Ver capítulo 8





**Figura 13. A Dibujo batracios. F. Díaz, Comisión del Pacífico. B. Ave. José del Pozo. 1790. Exp. Científica Malaspina (1789-1794) C. Dibujo. Real Expedición botánica de Sessé y Mociño. D.Dibujo escarabajo. Real Expedición botánica de Sessé y Mociño. E. Miembros de la Expedición al Pacífico (1862-1866), F. Objetos de la Real Exp. Botánica de Sessé y Mociño.**

Pero, a pesar de que los gabinetes de historia natural iban creciendo, las colecciones se malograban al no existir métodos fiables para su conservación, atacadas por frecuentes plagas de insectos. René

Réaumur (1683-1757) en 1738 se quejaba de la situación diciendo que la recolección de aves era una pérdida de tiempo a pesar de la belleza intrínseca de su plumaje:

“Having had the mortification to see them every day destroyed by ravenous insects”. (Habiendo tenido la mortificación de verlos (a los pájaros) cada día destruidos por voraces insectos”)<sup>83</sup> (Rookmaaker, Morris, Glenn y Mundy, 2006, p. 146).

Esto va a provocar un desajuste entre la cantidad de especies capturadas en esos siglos y por tanto esquilmadas y el total de especímenes que se conservan en las colecciones. A menudo encontraremos catálogos e inventarios de especímenes que ya han desaparecido, ya que los animales afectados por las plagas eran destruidos, generalmente incinerados.

Un siglo más tarde, gracias a los nuevos descubrimientos en materia de conservación entre ellos el jabón arsenical<sup>84</sup>, las colecciones se afianzan y se crean grandes museos, como el American Museum of Natural History de Nueva York (1869), o el El Museum für Naturkunde de Berlín fundado en 1810. Aunque algunos se constituyen más tarde<sup>85</sup>, albergan colecciones antiguas y muy importantes, fruto como hemos visto de donaciones de colecciones particulares u otras vías de ingreso.

El afán de coleccionismo en el siglo XIX provocó y aceleró la extinción de numerosas especies, sumadas a las ya desaparecidas por la caza indiscriminada. Tal es el caso de varias clases de colibríes que fueron cazadas, no solo para formar parte de “colecciones disecadas”, sino también con un fin estético, engalanando los sombreros de las señoras de alta sociedad. (Ashwell, 2009).



**Figura 14. Algunos ejemplares de colibríes de la colección de Aves del MNCN-CSIC**

<sup>83</sup> Traducción de la autora.

<sup>84</sup> El Jabón arsenical de Bécouer descubierto en 1743 y sacado a la luz en 1800 fue un gran descubrimiento que revolucionó el mundo de las Colecciones de Historia Natural. Era la fórmula milagrosa para conservar las pieles.

<sup>85</sup> Charles Wilson Peale (1741-1827), pintor y naturalista americano, creó el primer Museo Americano de Historia Natural hace 200 años (Sellers, 1980). (Morris, 2010, p. 316).



**Figura 15. Ejemplo de sombrero de dama con plumas de aves**

### **5.1.3. Nuevos objetivos y criterios expositivos: los dioramas y los grupos biológicos.**

Para la mayoría de los museos decimonónicos el principal objetivo era exponer las especies para realizar estudios comparativos, creando inventarios, preservando especímenes de referencia y explorando los límites de las variaciones entre las especies (Morris, 2010). En este siglo la sociedad pide otro tipo de colecciones, más dinámicas, que muestren la naturaleza con mayor realismo. Se perfeccionan las técnicas de naturalización y se crean nuevas fórmulas expositivas. También se produce una necesidad de contextualización de los objetos en los Museos, que a su vez exige elementos de intermediación para hacerlos más comprensibles:

“...La comprensión de cualquier objeto, hecho o situación histórica requiere información sobre su contexto, sobre sus coordenadas espaciales y temporales, quién lo usaba, dónde se usaba, para qué servía, cómo sucedió... Solo con esta información adicional el objeto o elemento histórico se convierte en significativo, en el sentido que otorgan a esta palabra los psicólogos del conocimiento, y especialmente los constructivistas: ambiente...” (Santacana y Hernández, 2011, p.14).

Lo indicado se traduce en el contexto de los museos de ciencias en un cambio hacia nuevos intereses, centrándose en la ecología y el comportamiento de los animales, con la idea de exponer aves y mamíferos montados en grupos, retratando sus acciones diarias. (Morris, 2010).



William T. Hornaday (1854-1937) fue el primero en aportar este concepto en América, pero en Europa ya se estaba haciendo: El Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa de Italia<sup>86</sup>, ya exponía un grupo de perros atacando a un verraco salvaje en 1824. Estas manifestaciones estaban dotadas de actividad y comportamiento, y no solo se trataban de una representación morfológica. Pero había detractores que apuntaban a que no eran representaciones científicas. El primer grupo biológico se instaló en EEUU en 1887<sup>87</sup> y a mediados del siglo XX la realización de grupos se había institucionalizado en todo el mundo.

Pero la idea de realizar hábitats de grupos era originaria de Inglaterra y surgió con la colección de aves Edward T. Booth (1840-1890) en Brighton<sup>88</sup>. Posteriormente, este tipo de montajes se empezaron a hacer con mamíferos.

En los llamados grupos biológicos ("habitats groups"), se buscaba representar al animal en su entorno y con su comportamiento natural: la llamada "atmósfera" planteada por Perry en 1938. Poco a poco se fue creando vegetación artificial realista, que acompañaba a las naturalizaciones.<sup>89</sup>

P.A. Morris hace una distinción entre los grupos biológicos (habitats groups) y los dioramas, diferenciándolos también de los especímenes "estáticos" montados en peanas, perchas, etc.<sup>90</sup>. Un grupo biológico comprende tres vertientes:

- a) Aparece más de un animal<sup>91</sup>
- b) Están representados participando en alguna actividad típica de su comportamiento<sup>92</sup>.
- c) Están expuestos entre una razonable representación fiel de su hábitat inmediato<sup>93</sup>.

En cambio, un diorama es una construcción más grande y compleja en la cual la escena entera es el objetivo principal y la taxidermia solo constituye una parte de él. Los verdaderos dioramas tienen un



**Figura 16. Reproducción de "Dos años en la selva". A flight in the Treetops. Ilustración de Charles Bradford Hudson. 1894**

<sup>86</sup> Creado como galería "galleria" por orden de Ferdinando I dei Medici (1549-1609) en el siglo XVI, es uno de los museos más antiguos del mundo. Disponible en <http://www.msn.unipi.it/>

<sup>87</sup> "A flight in the Treetops", realizado por Hornaday, del US National Museum. Este grupo que representaba unos gorilas en unos árboles fue desmontado en la década de los 50 del siglo XX (Milgrom, 2010) (Morris, 2010).

<sup>88</sup> Construyó un Museo para albergar sus "dioramas" en 1874.

<sup>89</sup> Esto llevó al taxidermista a desarrollar nuevas habilidades para adaptarse a las nuevas peticiones sociales.

<sup>90</sup> Esto también se distingue de aquella taxidermia que exhibe un animal situado sobre una peana, una simple declaración de lo que la especie parece y nada más. Un animal expuesto en una caja forrada con papel blanco no es un hábitat.

<sup>91</sup> No son individuos solos aunque puedan estar rodeados de un hábitat apropiado (Morris, 2010).

<sup>92</sup> Esto incluye interacciones entre animales.

<sup>93</sup> Un hábitat genuino es aquel que tiene las especies genuinas del hábitat (por ejemplo, no es una miscelánea de vegetación y rocas generalizada). Esto incluye un fondo pintado de manera realista. (Morris, 2010).

fondo curvo que se funde con el primer plano para formar una representación tridimensional veraz. (Wonders, 1992, citado por Morris, 2010).

Un grupo biológico busca representar un ciclo anual en una sola exposición inclusive en detrimento del realismo<sup>94</sup>, un diorama no (Morris, 2010).



**Figura 17. Mamíferos: A. Especimen individual, B. Grupo biológico, C. Diorama**

<sup>94</sup> Por ejemplo mostrar en el mismo espacio un ejemplar con un plumaje de invierno y otro con uno de verano (Morris, 2010).





**Figura 18. Aves: A. Espécimen individual, B. Grupo biológico, C. Diorama**

Hay que tener en cuenta que la reproducción fiel del hábitat que constituyen los grupos biológicos y los dioramas cumple una función científica innegable. Como ejemplo puede citarse el caso que presentan Merle Patchet y Kate Foster, 2006, durante las investigaciones que hacen del antílope azul, *Hippotragus leucophaeus*, extinto a principios del siglo XIX. Estos autores reflexionan sobre las especies extintas antes de que existiera la fotografía, de las cuales sólo sabemos de ellas a partir de los dibujos o naturalizaciones. Puntualizan también que el ex hábitat del antílope azul también está actualmente en peligro de extinción. (Patchet y Foster, 2006). Todo ello demuestra la importancia de estas representaciones.

Esta evolución expositiva se produjo también en el Museo de Ciencias de Madrid como veremos en el siguiente capítulo, pasando de exponer piezas estáticas a desarrollar grupos biológicos de gran calidad, gracias a la irrupción en el Museo de los Hermanos Bendito a principio del siglo XX. A este

respecto, en 1967 Menéndez Chacón en un artículo publicado en el Diario ABC aporta una descripción de lo que siente al entrar en el Museo de Ciencias de Madrid:

Ayer en cambio hemos visitado un Museo muerto. El de Ciencias Naturales-, un Museo en el que no cabe esperar que ninguna de las piezas expuestas recobre jamás el movimiento que muchas de ellas- en la sección de zoología al menos- tuvieron en otros tiempos. Sin embargo, se observa en aquellos animales disecados tal perenne aspiración de vida, que obliga a rechazar por inexacta la calificación de Museo muerto. Es más bien un Museo de vida estática; pero vivo. Se diría que hay en aquellas salas una soterrada vida latente presta a vibrar en cualquier momento y transformarse en vida activa.

Ante algunos escorzos felizmente sorprendidos por la taxidermia; ante la expresión voraz de unas fauces abiertas, o ante la mirada somnolienta de alguna fiera en reposo, se tiene la impresión de que todo el Museo estaba vivo, pero en un instante la vida se detuvo en él, y de un momento a otro se va a reanudar. Se tiene, en fin, allí la misma impresión que cuando la movable imagen cinematográfica queda inanimada al detenerse el rodar del aparato proyector. Dan ganas de avisar al distraído operador para que devuelva el movimiento a la pantalla. (Menéndez, 1967, p. 85).

Pero, a medida que avanzaba el siglo XX, con la irrupción de nuevas tecnologías y la búsqueda de un espíritu didáctico de los museos, este tipo de representaciones también se quedaban cortas para un público exigente<sup>95</sup>, resultando antiguas y ancladas en el pasado.

Santacana y Hernandez señalan que, a finales de los años 80 del siglo XX, apenas existía la museografía didáctica en España:

Nuestros museos eran entonces estuches para guardar cacharros, mejor o peor colocados. Muchos de aquellos museos, los provinciales, tenían cien años de existencia y a pesar de los cambios que había sufrido el siglo, lo único que cambiaba en ellos era la pátina y el polvo de sus vitrinas. El subdesarrollo de los museos españoles solo tenía parangón en algunos países del Magreb, en donde ocurría algo parecido.

Salas frías, sin calefacción, con aquel leve olor que tan solo se percibe en los inmuebles cerrados a cal y canto, con los conserjes reunidos en torno a la estufa eléctrica de la entrada, recibían escasas visitas de raros visitantes aparentemente ociosos; aquellos viejos panteones parecían destinados a quedar petrificados con todo su personal dentro. (Santacana y Hernández, 2011, p. 11).

Estos mismos autores apuntan, así mismo, que décadas después, nuestra museografía se va desarrollando y que existen museos que rivalizan y superan a aquellos que se admiraban del extranjero (Santacana y Hernández, 2011).

---

<sup>95</sup> Históricamente se ha intentado adecuar las instituciones museísticas a las nuevas exigencias del público ya que muchos museos reciben gran parte de su financiación a través de las visitas del público en general. En el caso del Museo de Ciencias las ayudas, que son escasas, se dedican más a las colecciones científicas y no tanto a las divulgativas, (aunque el presupuesto de las colecciones es en sí mismo deficiente para un Museo de la categoría del MNCN-CSIC y sobre todo para un Museo Nacional).

Esta petición social más exacerbada de contextualización y mediación de los objetos necesaria en los museos de finales del siglo XX planteaba grandes problemas, ya que esta tarea era muy costosa (paneles, interactivos mecánicos, pantallas con pequeños documentales, etc.), aunque se podría abaratar con el despegue de las tecnologías multimedia del siglo XXI (Santacana y Hernández, 2011).

El problema es que la evolución de dichos centros, como veremos que ocurrió en el MNCN-CSIC en la década de los 80 del siglo XX, dio al traste con muchas colecciones y los museos perdieron en esa modernización gran parte de su historicidad: especímenes deteriorados, armarios antiguos, instrumental viejo, etc. se desecharon sin ningún criterio y sin dejar registros meditados de su existencia.



## 7.3 LAS COLECCIONES DE LOS MUSEOS DE CIENCIAS: COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA.

Los gabinetes de curiosidades de los siglos XVI y XVII eran, en su mayoría, colecciones arbitrarias y sin clasificar (Favorito, 2013). Las investigaciones de Karl Von Linneo (1707-1778) y de Charles Darwin (1809-1882) cambiaron las teorías fijistas anteriores<sup>96</sup> (Barreiro, 2003) y favorecieron la ordenación de estas colecciones.

Los temas que abarcaban era lo que tradicionalmente se conocía como las ciencias de la tierra (geología, paleontología, botánica y zoología). Actualmente esos grupos se mantienen pero no todos los Museos contemplan todas estas secciones, tal es el caso del Museo de Ciencias de Madrid que en 1815 sufrió una escisión, escindiéndose la parte botánica y convirtiéndose en lo que hoy es el Real Jardín Botánico de Madrid<sup>97</sup>. (Barreiro, 2003).



**Figura 19. American Museum of Natural History, Biodiversity**

Los Museos de ciencias presentan características muy diferentes al resto de los Museos, ya que la mayor parte de los ejemplares que componen las colecciones no se exhiben al público<sup>98</sup> y los métodos de conservación (preparación) aplicados dependen de la función de los especímenes (fines expositivos o de investigación). Barreiro (2003, p. 111).

<sup>96</sup> Las teorías fijistas o creacionistas son aquellas en las que se pretende explicar el origen de todo por la voluntad de Dios considerando que los animales, plantas y seres humanos siempre fueron de la misma forma, en contra de las teorías evolucionistas que postulaban Lineo y Darwin.

<sup>97</sup> Ver capítulo 8.

<sup>98</sup> Entre los ejemplares que no se exhiben se encuentran los más valiosos para el estudio científico, los ejemplares tipo.



**Colecciones de estudio del Smithsonian Museum (EEUU)**

Los Museos de historia natural deben cumplir hoy en día tres funciones básicas (Soriano, 1994):

- Función conservadora<sup>99</sup>.
- Función investigadora.
- Función lúdico-formativa.

Dada la crisis que se está produciendo debido a la destrucción cada vez más alarmante del Mundo Natural, se hace necesario disponer de colecciones extensas y variadas que posean excelentes medidas de conservación. Estas circunstancias se darán si, asimismo, los museos ejercen las tres funciones ya mencionadas: Por un lado continuar con la investigación, por otro la concienciación de la población por medio de la divulgación y el tercer paso es el cuidado extremo de las colecciones para que el primer paso y el segundo puedan seguir desarrollándose.

Esta diversidad de colecciones y la diferente naturaleza de las piezas integrantes hacen difícil la gestión y conservación de las mismas, como se verá en los siguientes capítulos.

Por ello, para facilitar dicha gestión las colecciones se deben clasificar. Centrándonos en las colecciones de vertebrados que es el subfilo al que pertenecen las aves y los mamíferos, podemos basarnos en los criterios de clasificación que presenta Josefina Barreiro (2003):

- Por la forma de conservación<sup>100</sup>
- Por la función de la colección<sup>101</sup>

<sup>99</sup> Que se tratará en el capítulo dedicado a la Conservación.

<sup>100</sup> Un ejemplo de los tipos de conservación se verá desarrollado en el capítulo del MNCN-CSIC, en referencia a la Colección de Aves y Mamíferos del Museo.

- Por los grupos zoológicos a los que pertenecen<sup>102</sup>

La función de la colección ha marcado profundamente los diferentes tratamientos de conservación y recursos aplicados a los especímenes naturalizados como se verá en el capítulo de restauración.

Para garantizar una buena conservación de las colecciones, un aspecto que se debe contemplar es la gestión de las mismas, valorando especialmente las vías de ingreso del nuevo material<sup>103</sup>, que puede ser básicamente:

- por aportaciones externas: donaciones, intercambios, depósitos, compra y préstamos.
- por aportaciones internas: expediciones y muestreos (Barreiro, González, Rey, 1994). Este punto se detallará más en el capítulo de conservación.

---

<sup>101</sup> Colecciones de investigación: Constituida por aquellos ejemplares bien documentados, ejemplares tipo, especies extintas, en peligro de extinción o con un alto valor histórico.

Colecciones dedicadas a la educación:

- Colecciones de exhibición: Constituidas por los ejemplares que forman parte, o son susceptibles de hacerlo, de las exposiciones públicas tanto permanentes como temporales o itinerantes. Éstas se encuentran compuestas por diversos elementos (videos, fotografías, etc.) entre las que suelen encontrarse ejemplares naturalizados principalmente de mamíferos y aves.

Las colecciones didácticas son un tipo especial de colecciones de exhibición cuya función es la de facilitar mayores conocimientos sobre las colecciones a aquellos visitantes que lo requieran.

<sup>102</sup> Esta es la forma real en la que están organizadas las colecciones del MNCN-CSIC, aunque por cuestiones de conservación algunos tipos de preparaciones se encuentran separadas de otras, como es el caso de las colecciones en fluido y las colecciones en seco de las secciones de entomología y mamíferos y aves, o las colecciones tipo que se guardan en lugares especiales. Se puede resumir en los dos grandes grupos: invertebrados y vertebrados (Barreiro, 2003, p. 114). La clasificación de las colecciones del Museo puede verse en el capítulo 7 sobre el MNCN-CSIC.

<sup>103</sup> Este paso es vital, ya que es cuando se realiza la documentación exhaustiva del espécimen, siglándolo, etiquetándolo, etc. y se pone en cuarentena por la posibilidad de portar posibles plagas u otros productos nocivos.

## 7.4 LA UTILIDAD DE LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL

La asociación de conservadores y restauradores de colecciones de historia natural del Reino Unido, Natsca<sup>104</sup>, define muy bien cuál es la utilidad de este tipo de colecciones e indica que juegan un papel importante en (Natsca, 2005):

- La comprensión de la biodiversidad (1).
- El apoyo a la conservación de la naturaleza (2).
- El fomento de la educación (3).
- Y el servicio a la comunidad (4).

(1) Estas colecciones constituyen una fuente de información directa del patrimonio natural, ya que los especímenes conservados en colecciones biológicas forman un inventario físico de la biodiversidad. Se puede decir que son una especie de bancos de datos biológicos, similar a una biblioteca de libros (Alonso, 2008).

Nuevas especies se están descubriendo constantemente tanto en nuestro país como alrededor el mundo. Se estima que compartimos este planeta con entre 10 y 100 millones de especies, de las cuales sólo un 1,5 millones han sido descritas. La única manera de determinar si una especie es nueva o no, es compararla con especímenes de especies similares ya nombradas, descritas y alojadas en colecciones biológicas. Dichas variantes pueden significar la descripción de una nueva subespecie o especie y esta nueva variedad deba recibir una protección especial por su vulnerabilidad (existir pocos ejemplares, habitar en zonas que pongan en riesgos su estabilidad, etc.).

Sirven también para producir mapas de distribución de las especies. Todos estos estudios se suelen complementar con comparaciones históricas frente a la actualidad (variación de estas distribuciones, cambios en el hábitat, etc.)

De igual manera, ayudan al estudio de la naturaleza local.

Para la distribución y consulta de dicha información en muchas ocasiones nos valemos de guías de campo u otra clase de manuales. Estas colecciones son útiles para la realización de este tipo de herramientas que son muy prácticas, por ejemplo, para identificar especies autóctonas o introducidas en diferentes ecosistemas.

Además, son indispensables para hacer estudios de ADN, taxonómicos, y para la gestión y conservación de grupos amenazados. En ellas (colecciones de historia natural) se custodian los ejemplares tipo, importantes para la comunidad científica internacional.

---

<sup>104</sup> NatSCA (Natural Sciences Collection Association) es una asociación sin ánimo de lucro, de voluntarios que se formó en 2002 con la fusión del Grupo de Curadores biológicos y el Grupo de Conservación de Ciencias Naturales. El número de miembros está compuesto principalmente por curadores y conservadores de historia natural a un nivel nacional. Su misión es la de promover y apoyar a las colecciones de historia natural con el fin de mejorar la atención, la accesibilidad y la comprensión de dichas colecciones.



(2) Como hemos visto, hasta el momento solo se han descrito una parte muy pequeña de las especies existentes en el planeta. Dada la rápida destrucción del ecosistema que se está produciendo en la actualidad y en el pasado, muchas de las que aún no se han descrito se extinguirán antes de conocerlas, como seguramente ya ha ocurrido y tan solo sabremos de ellas por vestigios arqueológicos.

Por ello, el que los museos alberguen ejemplares tipo y especímenes ya extintos, abre la esperanza a la recuperación de poblaciones casi perdidas o desaparecidas en su totalidad. De hecho, actualmente cómo es conocido y veremos más adelante, se está intentando recrear especies extintas a través del ADN de especímenes conservados en diversos Museos de Historia Natural del Mundo.<sup>105</sup>

Debemos recordar que este tipo de especímenes valiosos no sólo se encuentran

en las grandes colecciones (grandes museos nacionales), sino también en las pequeñas, como colecciones universitarias o de otro tipo de centros docentes.



**Figura 20. Ejemplo de visitas de colegios**

(3) Ya hemos visto la función pedagógica que desempeñan este tipo de colecciones; a esto se debe añadir el esfuerzo por las comunidades científicas de disipar el mito de que los museos no tienen nada que ver con la conservación de la naturaleza real.

Se debe aprovechar la afluencia del público a los museos para divulgar campañas de protección de la historia natural actual y educar sobre la necesidad de conservar la naturaleza.

---

<sup>105</sup> Por ejemplo, el análisis de ADN de especímenes de Quagga almacenados en diversos museos ha dado lugar a un intento de recrear esta cebra extinta por la cría selectiva de las cebras de las llanuras (The Quagga Project South Africa, s.f.)



**Figura 21. Estudio forense de aves en choques aéreos con éstas**

(4) En este punto podemos englobar tanto los servicios directamente relacionados con la comprensión/preservación de la naturaleza<sup>106</sup>, como aquellos indirectos, vinculados con otros campos ya que su finalidad comprende también cubrir las numerosas consultas que se realizan de distintos sectores no relacionados directamente con la biología (que pasan desapercibidas), satisfaciendo las necesidades investigadoras nacionales e internacionales a través de consultas, préstamos, exhibiciones y actividades didácticas (Barreiro et al., 1994).

Algunos de estos campos anexos son:

- Agricultura, salubridad<sup>107</sup>, floristería, medicina, criminología, arqueología, etnografía, historia social, copia de la naturaleza, educación, incautación<sup>108</sup>, estudio de contaminantes<sup>109</sup>, principalmente.
- Ayuda a impulsar el turismo y con ello la economía local.
- Es una herramienta para los artistas cuando quieren incorporar diseños naturales a su trabajo.

Por otro lado, la Natsca aconseja seguir recolectando para continuar con la documentación de la biodiversidad y para estudiar la respuesta biológica a los cambios climáticos y puntualizan:

**Contrariamente a la creencia popular, los museos hoy en día no matan a las aves y los mamíferos para sus colecciones.** Los especímenes proceden de animales encontrados muertos como resultado del clima frío, animales que han sido capturados por gatos, golpeados por coches, etc. (Natsca, 2005, p. 9).

A pesar de lo realizado en el pasado, (caza de trofeos), y citan la época victoriana<sup>110</sup>, "No podemos revertir el pasado, pero podemos hacer un buen uso de ellos en beneficio de la vida silvestre".

<sup>106</sup> Como hemos señalado estas colecciones apoyan avances científicos en estudios de ADN, proteínas y otros estudios biológicos

<sup>107</sup> Estudio de enfermedades, plagas, etc.

<sup>108</sup> Por ejemplo, muchos museos ofrecen servicios de identificación de material incautado por la Aduana de SM y el personal de Impuestos Especiales sospecha de estar en incumplimiento de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES)

<sup>109</sup> A través de la respuesta de los seres vivos y otros factores indicativos.

<sup>110</sup> Así se conoce al siglo XIX inglés.

La Natsca también hace hincapié en que todo esto sí se puede lograr<sup>111</sup>, pero no sin un “natural science curator”; estas colecciones solo tienen la mitad de su potencial si no hay un conservador que las gestione, ya que muchas tareas, no pueden llevarse a cabo sin un científico experto en la naturaleza y que sea capaz de asegurar su estabilidad y preservación a largo plazo.

Además nos recuerdan que todas las colecciones de historia natural son valiosas sea cual sea su tamaño, ya que se complementan unas con otras. Muchas colecciones locales contienen especímenes y colecciones muy importantes, a veces sin saberlo. Poseen además una función esencial frente al medioambiente local ya que suelen reflejar mayoritariamente individuos de su región.

Actualmente los nuevos estudios desarrollados por medio de la informática, estadística, genética, bioquímica, etc. originan la necesidad de aplicar nuevos métodos de preparación y conservación de los especímenes: por ejemplo, la genética necesita elementos biológicos lo menos alterado posible, es decir sin apenas conservantes o narcotizantes para no contaminar las muestras. Por otro lado la utilización de dichas colecciones plantea serios problemas de conservación pues para el estudio e investigación de dichos especímenes se emplean métodos de estudio de naturaleza destructiva, acabando con parte o la totalidad de los mismos (Barreiro, 2003) debido a que la función de algunas colecciones no es la de perdurar en el tiempo sino de servir al avance de la ciencia.

---

<sup>111</sup> Se refieren a una situación idílica de gestión y conservación de colecciones naturales

## 8 BREVE HISTORIA DE LA TAXIDERMIA

### 8.1 LA TAXIDERMIA EN EL MUNDO

Se ha constatado que, lo largo de la Prehistoria, el deseo de conservar animales con diversos fines fue frecuente: se empleaban a modo de señuelos, talismanes o trofeos, por ejemplo, (Hangay y Dingley, 1985). Mario Goñi (1960) sitúa el origen de la práctica de la taxidermia en la civilización Caldea y egipcia. Es bien conocido que en Egipto la momificación de animales era también una práctica común, y que aparecen acompañando a los seres humanos y también se hallan en cementerios de mascotas (Llagostera, 2012). Mario Goñi (1960), además, aporta la idea de que los traficantes fenicios transmitieron de forma oral normas y recetas para conservar adecuadamente las pieles que transportaban.

Los griegos, entre otros, también hacen referencia al tratamiento de pieles: Aristóteles (384 a. C.-322 a. C.) "en su tercera época de vida" describió unas 500 especies de las que parece que disecó unas 50; el médico griego Claudio Galeno (130-199) cuenta que el también médico griego Herófilo (335-280), "considerado el padre de la anatomía científica", fue quien disecó por primera vez animales y personas, aunque como se ha visto, existe una confusión entre el término disecar y diseccionar (Pérez, s.f.). En el Periplo de Hanón (año 425 a.C.) se describe cómo los expedicionarios cartagineses desollaron tres "mujeres peludas" y se llevaron sus pieles a Cartago, donde se expusieron (Pérez, S. s.f.).

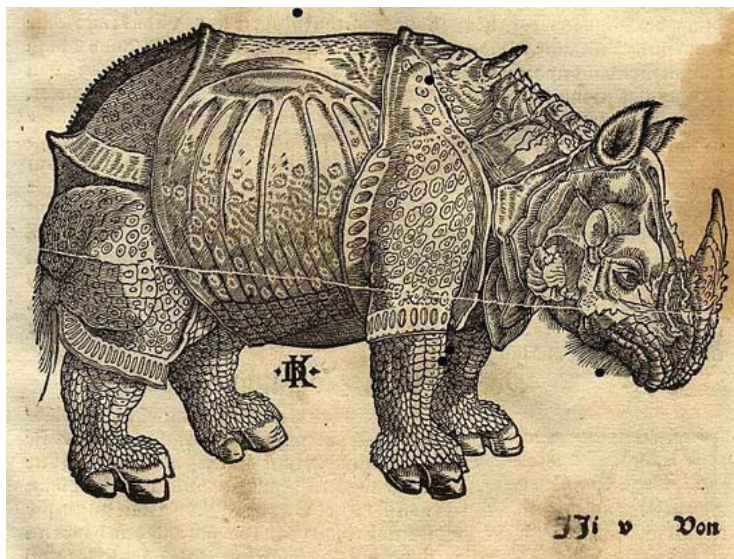
Se sabe que los galos también empleaban la momificación (Carminati, 2011).

Por otro lado, según señala Goñi (1960) los chinos atribuyen a Tchin-Fang (fundador de la dinastía de los Chang, 1766 a.C.) el descubrimiento del curtido. (p. 18)<sup>112</sup>.

En 1515, el Sultán Muzarra II de Gujaret envió al rey Manuel I de Portugal (1469-1521) un rinoceronte. Posteriormente, el rey lo regaló al zoológico del Papa León X (1475-1521) pero, en el transcurso del viaje, el barco donde viajaba el animal naufragó, con lo que se ahogó en el mar (Pérez, s.f.), más concretamente en el puerto de Lisboa y allí un dibujante amigo de Alberto Durero (1471-1528), tomó notas y bocetos del animal, haciéndoselos llegar a Durero (1471-1528), y creando éste a partir de ellos, su famoso grabado (Pimentel, 2010). La leyenda cuenta que el rinoceronte fue sacado del mar y el Rey de Portugal lo mandó disecar (Pérez, S. s.f.).

<sup>112</sup> Esta afirmación posiblemente fuera recogida del reportaje en la Revista Alrededor del Mundo de R Sánchez (1905), p. 368 o de Martini. Historia de la China ¿De cuándo data el arte de curtir las pieles? O en el libro de Martino Martini. Historia de la China del siglo XVI, Tomo I





**Figura 22. El rinoceronte de Durero. 1515**

Pero las referencias a animales disecados también aparecen en la literatura novelesca, como puede apreciarse en *Romeo y Julieta* (1597), de William Shakespeare (1564-1616), donde en la primera escena del quinto acto se describe a un boticario que tenía colgados en su tienda, una tortuga, un caimán disecado y diversas pieles de peces deformados (Pérez, S., s.f.) Y, mucho más adelante, Julio Verne (1825-1905) en *Veinte mil leguas de viaje submarino* (1870) describe: "Di la orden de enviar a París mis fardos de animales disecados y de plantas secas" (Pérez, S., s.f. De Cartago, hasta el siglo XX, párrafo 9).

De hecho, aún se conservan cocodrilos y otros reptiles datados en el siglo XVI, como el caimán conocido como "lagarto de Berlanga de la Colegiata de Nuestra Señora del Mercado en Berlanga del Duero (Soria), traído a España hacia 1540 por Fray Tomás Enríquez (1487-1551) (Pérez, S, 2012).

Una publicación de 1687 de la Real Academia (París) "A Natural History" menciona una colección de aves "disecadas"<sup>113</sup> que fueron recolectadas en los primeros viajes de los holandeses a las Indias Orientales (hoy Indonesia) a principios del siglo XVI. La colección fue exhibida en Amsterdam (Hangay y Dingley, 1985).

Oliver Davie (1856-1911) relata en su libro "Methods in the art of Taxidermy (1882), la historia de un noble holandés de principios del s XVI que poseía una extensa colección de aves. Tras un accidente con la temperatura del aviario, éstos murieron. Para poder conservarlos, el noble consultó con varios farmacéuticos, concluyendo que debía tratar las pieles con especias de las Indias. Tras esto, las aves se alambraron y montaron como si continuaran vivas. Ésta constituyó su nueva afición (Davie, 1882, p-II-III).

El mamífero naturalizado que se pensaba hasta hace poco que era el más antiguo conservado, es un hipopótamo que ya fue inventariado en **1763** por Giovanni Targioni Tozzeto, médico y director del Orto Botánico. Pero el Dr. Schufeldt del Smithsonian Institution cuenta en el s. XIX que el animal se montó

---

<sup>113</sup> Eran desolladas y rellenas con especias.

originariamente para el Museo de Ulises Aldrovandus de Bolonia y que data del s. XVI.<sup>114</sup> Actualmente, se encuentra en el Museo di Storia Naturale de ll'Università degli Studi di Firenze (Italia) (Pérez, S, s.f.).



**Figura 23. Hipopótamo de la Galería Uffizzi, considerado durante años el mamífero más antiguo**

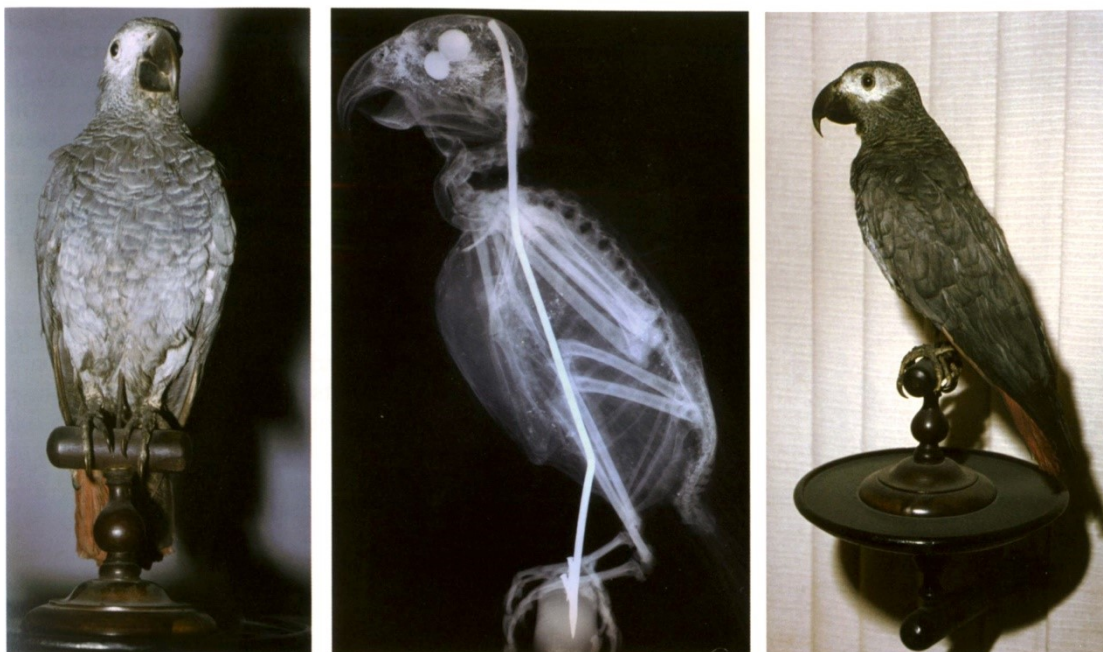
En el libro de Morris "Bad taste, 2010 se presentan varios caballos fechados en el siglo XVI y un ciervo. Éstos estaban montados en armazones de madera tallada y uno en concreto tiene la peculiaridad de conservar aún los ojos primitivos hechos en madera (Morris, 2010).



**Figura 24. El caballo del archiduque Alberto, en el Museo de Ejército (Bruselas), muerto en la batalla de Nieuport en 1600.**

<sup>114</sup> En la página web del museo de Florencia cuentan que ya formaba parte del Museo de Natural Curiosity ubicado en la Galería de los Uffizi, en el siglo XVIII, y que según algunos estudiosos habría vivido en los jardines de Boboli en la mitad del siglo XVIII otros dicen que podría ser más antiguo y que se remonte al siglo XVII. La marca de una cuerda alrededor de su cuello testifica que estuvo durante mucho tiempo cautivo. Museo di Storia Naturale Firenze, s.f.).

Aunque en las numerosas descripciones que se hacen sobre la disección aparecen saltos cronológicos y no está muy claramente definido cuál es el inicio de los primeros trabajos, en opinión de la autora de esta tesis doctoral la ausencia de la documentación sobre el tema durante algunos periodos históricos no significa que de alguna manera no se “trabajara la piel de modo expositivo”; esta carencia de información puede ser fruto del oscurantismo que, sobre estos temas, ha imperado durante algunos periodos y civilizaciones. También podría deberse al resultado de la pérdida del patrimonio documental debido a las guerras, periodos de plagas y hambrunas, cazas de brujas e inquisición. Seguramente, a medida que se vaya indagando en los diferentes archivos pertinentes y documentando las piezas de museos y colecciones, aflorarán especímenes más antiguos.



**Figura 25. Loro de la Duquesa de Richmond. 1702**

Así que, en este panorama, el origen de la taxidermia es situado en unas fechas u otras dependiendo de los autores. Algunos indican que surge en el antiguo Egipto, como ya se ha indicado, con la práctica del embalsamamiento<sup>115</sup>, otros en el siglo XVI con el nacimiento de las cámaras de las maravillas (Pequinot, 2006) y otros por ejemplo, en el siglo XVIII<sup>116</sup> con las grandes invenciones de científicos como René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) o Jean-Baptiste Bécoeur (Pequinot, 2000).

Situando el importante desarrollo de la taxidermia en esta época de explosión científica, las colecciones aportadas por viajeros naturalistas se multiplican; los especímenes se rellenaban o presentaban en frascos rellenos con “espíritu del vino”.<sup>117</sup> Las piezas se echaban a perder<sup>118</sup> y muchas

---

<sup>115</sup> Como Mario Goñi (1960).

<sup>116</sup> James Dickinson, dice que “la taxidermia tal como la conocemos hoy en día, que es la piel seca o en conserva de un vertebrado modelado para representar el animal vivo, data de la segunda mitad del siglo XVIII (Dickinson, 2006).

<sup>117</sup> Como ya se ha indicado, nombre que se le daba al alcohol etílico en esa época, que se obtenía a partir de la uva.

veces no se reconocía en la pieza tratada al animal que fue en vida, ya que los especímenes eran preparados (desollados, rellenados, etc.) prestando escasa atención a la actitud natural (Pequinot, 2000) y con escasos conocimientos y criterios científicos.

Esto llevó a químicos, científicos y naturalistas a investigar nuevas técnicas de preparación y conservación (Pequinot, 2000). Entre ellos se encontraba Jean-Baptiste Bécœur (1718-1777), que era el mejor boticario de Metz. Éste ideó un compuesto en 1743<sup>118</sup> a base de arsénico, alcanfor, jabón, sal tártara y cal para sustituir los antiguos conservantes basados en especias (Hangay y Dingley, 1985), que no eran del todo eficaces; el producto se conoció posteriormente con el nombre de jabón arsenical. El descubrimiento de este preservativo y el consenso de que los especímenes debían ser desollados por completo significó que muchas piezas se conservan a partir de esta época y difieren poco de las técnicas que se emplean hoy en día para naturalizar aves y pequeños mamíferos (Dickinson, 2006).

En este periodo, Francia estaba en su máximo esplendor respecto a la taxidermia, con un gran número de taxidermistas que además publicaban tratados y elaboraban afamadas colecciones. Las capacidades de los taxidermistas franceses, alemanes y holandeses eran admiradas por los ingleses, que poco a poco fueron exponiendo sus obras (Hangay y Dingley, 1985) y mejorando las técnicas de elaboración.

En un principio, eran principalmente los naturalistas los que realizaban el trabajo de "disecar" e iban construyendo sus propias colecciones. Puede citarse como ejemplo relevante al naturalista Karl Von Linné (1707-1778) que, como se ha indicado, fue el creador del *Systema Naturae* (clasificación de la fauna y la flora) y que publicó en 1753 el texto *"Instructio Musei Rerum Naturalium"*, donde daba instrucciones a los expedicionarios sobre cómo conservar los objetos naturales encontrados para que llegaran en buenas condiciones al *Museum Rerum Naturalium* (Pérez, s.f.).

Charles Darwin (1809-1882), durante sus estudios de medicina en 1825 en la Universidad de Edimburgo, se citaba a menudo con John Edmonstone, un esclavo liberto que había acompañado al taxidermista Charles Waterton (1782 – 1865) por las Selvas de Sudamérica, para conversar y aprender sobre taxidermia (Caneo, 2009).

Pero los trabajos no siempre resultaban del agrado del público y en el siglo XIX se realizaron numerosas críticas inclusive desde el mismo gremio hacia la escasa calidad de las obras realizadas en general. Una de las críticas será realizada por Charles Waterton, que juzgaba abiertamente el trabajo de sus compañeros en una publicación de 1825, *Wanderings in South America*, en la que indica:

Mientras que el sistema de las preparaciones se fundamente en un error, nada más que la deformidad, la distorsión y desproporción será el resultado de las mejores intenciones y esfuerzos máximos del artesano/trabajador". Esta observación no se pensará severa cuando usted reflexione que aquello que fue una vez un pájaro, probablemente fue estirado, relleno, endurecido y alambrado por la mano de un patán (payaso) común. Considere asimismo, cómo

---

<sup>118</sup> Pocos son los ejemplares que sobreviven en Europa del siglo XVII, atacados por plagas y otros daños producidos por la humedad. (Dickinson, 2006). De hecho el ave más antigua que se conserva de este periodo en Inglaterra y seguramente también del mundo es el loro gris africano de la duquesa de Richmond (1647-1702), expuesto en la Abadía de Westminster. Éste murió en el mismo año, poco después, de fallecer la duquesa. Las radiografías realizadas al ave, mostraban que el animal no había sido completamente desollado y conserva intactos el cerebro, la lengua y la tráquea, así como la mayoría del esqueleto constituyendo un raro ejemplo de conservación (Morris, 2010).



el plumaje debe haber sido desordenado por el exceso de estiramiento, secado y quizás ensuciado, o al menos trastornado, por la presión de una mano tosca y pesada.<sup>119</sup> (Waterton citado por Hangay y Dingley, 1985, p. 3)

Aun así, como se ha indicado, gracias a los avances científicos, la taxidermia se fue desarrollando durante el siglo XVIII. A mediados del siglo XIX la "Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations", (Gran Exposición de Londres de 1851) supuso un nuevo impulso para la profesión, y marcó el inicio de la taxidermia moderna (Hangay y Dingley, 1985) ya que muchos taxidermistas pudieron mostrar sus obras, que habían evolucionado enormemente. Mientras la mayoría de los trabajos pioneros se habían centrado en aves y mamíferos pequeños, ahora aparecía un rango completo de naturalizaciones, desde peces a mamíferos grandes. (Dickinson, 2006).

En la exposición también se presentaron los denominados grupos biológicos que ya han sido mencionados. Rowland Ward (1848–1912), famoso taxidermista de la época, exhibió varios de estos grupos (Hangay y Dingley, 1985). Aunque los primeros montajes que presentaban animales en su medio ambiente los había mostrado ya William Henry Flower (1831-1899), sucesor de Owen en la dirección del Museo de Londres, el cuál ideó una galería dedicada a las aves británicas y sus nidos siendo una exposición pionera, abierta en 1887, (Péquinot, 2002, citado por Aragón, 2014).



**Figura 26. Rowland Ward**

La taxidermia se hizo tan popular que en cualquier situación se practicaba. Incluso el General A. Custer (1839-1875) iba recopilando y montando sus propios trofeos en 1873, mientras estuvo acampado en Dakota (Dickinson, 2006), cumpliendo la orden de proteger a un equipo de inspección ferroviaria frente a los indios en territorio Sioux. De ello da fe la correspondencia que escribía a su mujer Elizabeth B. Custer (1842-1933) donde, durante la expedición a Yellowstone de 1873, relata la compaginación de

---

<sup>119</sup> Traducido por Rita Gil.

los deberes de militar (incluyendo algún enfrentamiento con los Sioux) con la caza y la taxidermia (Custer, 1885).



**Figura 27. General Custer cazando un oso durante una de sus campañas.**

En estos períodos, como hemos visto en el capítulo anterior, los museos y coleccionistas de alto poder adquisitivo enviaban expediciones a buscar nuevas rarezas y especies por descubrir; de hecho, algunas solo las conocemos por pieles recolectadas y conservadas en los museos de aquellos años. Como ejemplo, se pueden citar los dos últimos ejemplares del alca gigante, *Alca impennis*, que fueron abatidos para ser montados y vendidos a coleccionistas (Dickinson, 2006)<sup>120</sup>.

Otras especies, como la paloma migratoria americana, *Ectopistes migratorius*, que se extinguió en 1914, podemos conocerla porque se conservan varios ejemplares en los museos. El dodo de Mauricio, *Raphus cucullatus*, se extinguió en el siglo XVII, “demasiado pronto para la taxidermia”<sup>121</sup> conservándose únicamente partes de un espécimen en Oxford (cabeza y pata) y algunos esqueletos y huesos, lo que ha generado un debate continuo sobre cuál era su aspecto real (Dickinson, 2006), a cuya configuración contribuyen también dibujos o relatos antiguos (la mayoría recreaciones a partir de dibujos abocetados).

<sup>120</sup> La última pareja de la que se tiene constancia nidificaba en el islote islandés de Eldey. En 1844 estos últimos ejemplares de la especie fueron capturados en su nido y el único huevo que incubaban se rompió bajo el peso de una bota (Aragón, 2014).

<sup>121</sup> De hecho, el único ejemplar montado hasta la fecha se conservaba en el Asmolean Museum y fue desechado en 1755 por el conservador del Museo, dado su mal estado de conservación. Esto es una práctica muy común en muchos museos inclusive hoy en día, costumbre que hay que cambiar.



**Figura 28. Dodo en Alicia en el País de las Maravillas. Sir John Tenniel (1820–1914), “The Caucus Race,”**

Poco a poco, con los nuevos descubrimientos en materia de conservación, aparecen los primeros museos y talleres profesionales. Los negocios eran generalmente familiares e iban pasando de generación en generación o a través de aprendices. Esto llevó a la constitución de las grandes sagas familiares de distintos países como los Teer Meer en Alemania, los Jonas Brothers en EEUU, Verreaux en Francia, Rowland Ward en Inglaterra y Benedito en España, (aunque existía un número amplio de familias de reconocido prestigio).

En la época victoriana,<sup>122</sup> cada villa del Reino Unido tenía un taller taxidermista (Courtney, 2011). Esta situación de florecimiento se mantuvo durante la Gran Guerra (1914-1919). Sin embargo, en período de entreguerras, las empresas más reputadas sobrevivían en un declive gradual hasta la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), donde solo sobrevivieron las dos grandes empresas de Londres, Rowland Ward y Gerrard & Sons, aparte de algunos pequeños taxidermistas (Dickinson, 2006). Muchas empresas cerraron en la década de los 70 del siglo XX y, tras este período, la calidad bajó enormemente (Courtney, 2011).

Desde las últimas décadas del siglo XX, la taxidermia está resurgiendo en Europa, con nuevas generaciones que la descubren en un período en el que existen numerosas especies amenazadas (Dickinson, 2006). Muchos de estos trabajos se fundamentan (recogen las ideas) en la conocida como “Escuela Grotesca” que se considera tiene su inicio en Alemania y Austria antes de que en Inglaterra se desarrollara durante el siglo XIX. En 1850 Hermann Plouquet, considerado su iniciador, presentaba en Leipzig un grupo de animales basado en Gianbrille's Animal Parlants<sup>123</sup> (Morris, 2010) y, en 1851, en la Gran Exposición de Londres<sup>124</sup>, presentó un duelo de lirones o una declaración de amor entre dos comadreja, entre otras representaciones que causaron sensación en el público asistente (Poliquin,

---

<sup>122</sup> Esta expresión que alude al reinado de Victoria I en el Reino Unido entre 1837-1901 fue la época de mayor esplendor, desarrollo industrial y de hegemonía colonialista del imperio británico. Es durante este periodo cuando se celebra la Gran Exposición de Londres de 1851.

<sup>123</sup> De momento no se ha encontrado más información sobre esta representación.

<sup>124</sup> En dicha exposición 12 taxidermistas exhibieron para divertimento de la reina Victoria, unos grupos antropomórficos que daban a entender el crecimiento y auge de la taxidermia.



2007). Ésta técnica representativa consistía en la colocación/ambientación de animales vestidos ilustrando fábulas y requería una gran habilidad para que las líneas faciales de un animal expresaran actitudes y gestos más propios de los humanos (expresiones tragicómicas). El objetivo de los antiguos maestros de esta escuela era representar algo poco natural de la manera más natural posible (Hangay y Dinglay, 1985). Uno de sus grandes exponentes fue Walter Potter (1835 – 1918), profundo admirador de Plouquet.



**Figura 29. Walter Potter: “Rabbits’ School” s. XIX**

América del Norte no sufrió de la misma manera este declive paulatino y los trofeos de caza y pesca continuaron siendo populares, constituyéndose hoy en día como una de las industrias con más demanda. (Dickinson, 2006).

Así mismo, una práctica común en los primitivos gabinetes de curiosidades era la recolección de animales extraños, entre los que se incluían aquellos con deformidades, como corderos de dos cabezas o gatos con múltiples patas. Esta práctica se extendió con el tiempo; algunos ejemplos los podemos ver también en la colección reunida por el Museo de Ciencias de Madrid (MNCN-CSIC). La euforia por el descubrimiento de nuevas especies coincidió con el hallazgo por primera vez del ornitorrinco en 1798. Algunos pensaron que éste animal era un fraude, ya que solo se había enviado a Inglaterra la piel y un dibujo del mismo. George Shaw, primer descriptor de la especie en *The Naturalist's Shunga Miscellany* (1799), tuvo que demostrar con unas tijeras que la piel no mostraba costuras (del pico a la piel) (wikipedia, 2015).

Paralelamente, se empezó a desarrollar la creación de animales fantásticos como sirenas, dragones, etc., y los taxidermistas en el siglo XIX no solo conservaban las rarezas de la naturaleza como el gatito de Walter Potter, que tenía varias patas que le sobresalían del lomo, sino que también se dedicaban a recrear seres no naturales (Morris, 2010)

En la actualidad, existe el término "Rogue taxidermy", que en español podría traducirse como taxidermia canalla, para describir la práctica de representar especies híbridas imposibles como el jackalope (lebrilope)<sup>125</sup> o el skvader<sup>126</sup>, especies extintas, criaturas míticas como grifos, unicornios o quimeras o seres ideados por completo por el creador. Algunos están configurados con partes de otros animales o creados completamente de manera artificial. Estas piezas se pueden encontrar fácilmente en ferias y museos. Algunos artistas contemporáneos que trabajan sus esculturas de este modo son Thomas Grünfeld o Joan Fontcuberta con su obra "Fauna secreta" de 1988. Algunos taxidermistas critican esta práctica que no consideran verdadera taxidermia. Éste término fue introducido en 2004 por The Minnesota Association of Rogue Taxidermists (MART). (Wikipedia, 2015).

Otro factor que impulsó la taxidermia desde el siglo XVIII fue la expansión colonizadora con una de sus inherentes labores: la caza. Los cazadores gustaban de exhibir aquello que habían cazado, desde colmillos y cuernos hasta piezas enteras, estas últimas para poder mostrar el animal cazado lo más verazmente posible (Hangay y Dinglay, 1985), en una necesidad y gusto por la ostentación.



**Figura 30. Ejemplo de jackalope**

---

<sup>125</sup> Extraído del folklore americano, se trata de un cruce entre una liebre y un antílope

<sup>126</sup> Criatura ficticia sueca mezcla de una liebre y un urogallo

Rowland Ward fue el primer taller que satisfizo estas necesidades a escala comercial, empleando taxidermistas extranjeros junto a los locales (Hangay y Dinglay, 1985). Estableció en Londres un popular establecimiento denominado The Jungle. El negocio se mantuvo tras la muerte de su fundador bajo la sociedad *Rowland Ward Ltd* y finalmente la compañía se disolvió en 1983 (Aragón, 2014).

De esta manera, desde su nacimiento, la técnica de la taxidermia fue evolucionando con aportaciones de Phillip Leopold Martin (1815-1885), Carl Akeley (1864 - 1926), Leon Pray, Montagu Brown, Louis Dufresne o los Jonas Brothers entre otros, bien en lo que respecta al tipo de conservantes, rellenos, tipos de representaciones, como ya ha podido observarse con la irrupción de los dioramas, etc. Esta evolución será descrita en el capítulo 9.

La expansión de la taxidermia provocó la necesidad de compartir los descubrimientos y conocimientos adquiridos, generándose una profusa bibliografía de métodos de trabajo, de modo que en su máximo esplendor la taxidermia la realizaba cualquier aficionado que pudiera instruirse, para a continuación publicar sus experiencias. Entre estas últimas pueden citarse lo que serían algunos antecedentes a la descripción de los “métodos de disección”, como el libro publicado por Edward Bolnest, (físico inglés) en Londres en **1672** titulado “*Aurora Chymica: or a rational way of preparing animals, vegetables and minerals, for a Physical Use ...*”, donde describe distintos procesos de preparación de animales con fines medicinales, o el artículo publicado por el matemático, físico y naturalista francés René Antoine Ferchault (1683-1757), conocido por inventar el termómetro de alcohol), en **1748**, en la revista “*The philosophical Transactions of the Royal Society of London*”, donde describía diversos métodos para conservar aves, mamíferos, reptiles, etc. (Pérez, s.f.).

El primer tratado de taxidermia del que se tiene noticia actualmente fue escrito por el abad francés Denis Joseph Manesse, que publicó en París, en 1787, una obra titulada “*Traité sur la manière d'empailler et de conserver les animaux, les pelleteries et les laines*”, donde el autor explicaba cómo preparar diversos animales para “naturalizarlos” (Pérez, s.f.) y en el que describe por ejemplo, la manera de fabricar ojos de vidrio como se verá en el capítulo 9. Otras obras importantes, pioneras en el arte de la taxidermia, son: *Anleitung zum Ausstopfen und Ausbewahren der Vögel und Säugerthiere*, del alemán Georg Bekker Pistorius (Darmstadt, 1799), “*L'art d'empailler les oiseaux*” de Hénon y J. P. Mouton-Fontenille (Lyon, 1802), o el manual de taxidermia publicado en 1825 por el naturalista francés Pierre Boitard (1789-¿) “*Manuel du Naturaliste Préparateur, ou l'Art d'empailler les Animaux, et de conserver les Végétaux et les Minéraux*.” Dicho manual fue traducido al español por Santiago Alvarado y de la Peña y se publicó en 1833. La traducción se fue reeditando y ampliando hasta su última reedición en 1891. François Étienne Turgot (1721-1788), marqués de Sousmont, publicó en el año 1758 la obra “*Mémoire Instructif sur la manière de rassembler, de préparer, de conserver et d'envoyer les diverses curiosités d'histoire naturelle*” (Pérez, s.f.).

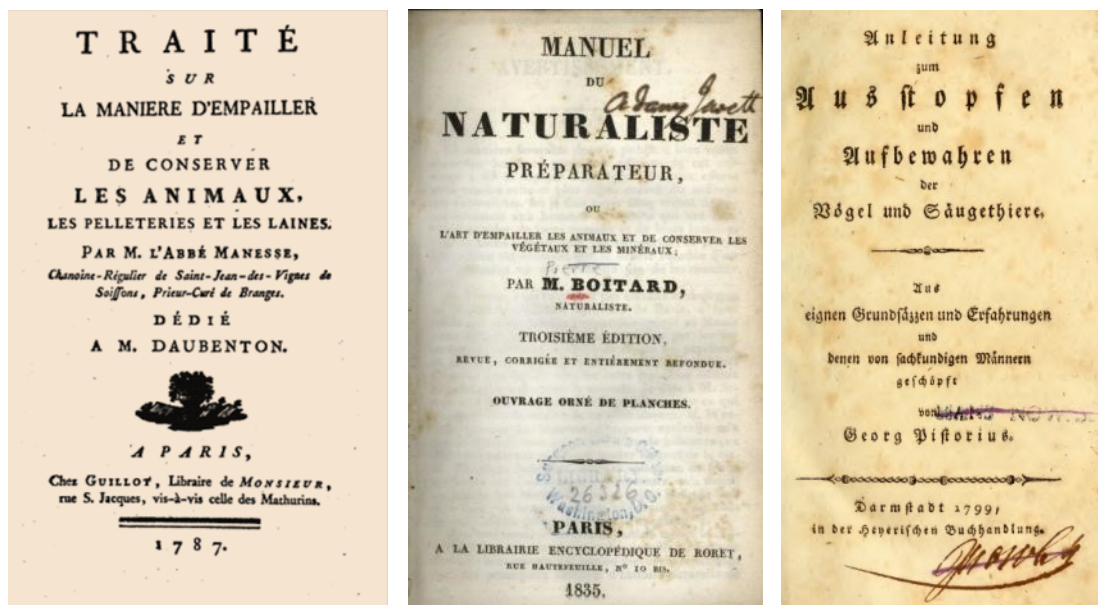


Figura 31. Distintos manuales de taxidermia de los siglos XVIII y XIX

A lo largo de la historia, la figura del disecador/taxidermista ha ido evolucionando y en 1976 se constituye The Guild of Taxidermist, asociación de taxidermistas creada para discutir el estatus de la taxidermia en los museos (Morris, 2010). George Hangay y Michael Dingley distinguen dos categorías de taxidermistas: aquellos que preparan piezas en museos y los de tipo más comercial. Los primeros ostentan una metodología de trabajo de mayor calidad, dadas las exigencias de rigor en los museos, aunque los autores también puntualizan que esta brecha entre los dos grupos parece estar cerrándose. A la vez, señalan a la literatura existente (numerosas publicaciones) como impulsora de este cambio y provocando la instauración de unos estándares de calidad en la taxidermia. Cómo pionero de la mejora de estos estándares, señalan a Joe Kish's, con su magazine Taxidermy Review.

A pesar de ello, existe en algunos casos una declarada falta de calidad en la taxidermia comercial, que responde también a la extremada competitividad entre los distintos talleres o establecimientos donde se llevan a cabo estas labores (Hangay y Dingley). Esta misma idea la recoge el taxidermista Salvador Pérez Moreno, ya que hoy en día el profesional debe conciliar calidad con una producción generosa si quiere subsistir. El problema de la comercialización masiva de la taxidermia es que en cierta manera ha desvirtuado la profesión. El taxidermista artesano critica la falta de rigor y calidad de este tipo de producciones; así lo explica Salvador Pérez Moreno (2012), que se define a sí mismo como artesano taxidermista:

Actualmente, la industria proveedora –sobre todo norteamericana– presiona para vender esculturas de poliuretano de pequeños mamíferos, aves, y peces; bocas de mamíferos de plástico, patas de aves de plástico y picos de resina, que sustituyen las originales. No tiene ningún sentido. Además de desvirtuar el arte de la taxidermia, dificulta y complica el trabajo. También en la actualidad aún encontramos algún taxidermista que repudia el uso del poliuretano. Tampoco tiene mucho sentido. Humildemente creemos que se ha de buscar el equilibrio entre la



continuación del trabajo artesano y la utilización de nuevos materiales que facilitan este trabajo (Pérez, S., s.f. técnicas de relleno, párrafo 8).

Esta afirmación puede levantar ampollas en taxidermistas que se desenvuelven muy bien con materiales modernos y que afirman que se puede hacer taxidermia de calidad con materiales plásticos y piezas de pésima calidad con escayola y viceversa.

Por otro lado, en este momento la taxidermia ha irrumpido con fuerza en otro tipo de colecciones y museos, como son los de arte contemporáneo. Artistas como Damien Hirst, Claire Morgan, Kate Clark, Cai Guo-Qiang, Polly Morgan o Deborah Sengl utilizan la taxidermia como un medio de expresión nuevo, conceptual, inclusive a veces de denuncia. Otros, como Miguel Von Dangel, incorporan en sus instalaciones piezas naturalizadas que luego pintan a modo de lienzo.



**Figura 32. Obra de Claire Morgan: *Fantastic Mr Fox***

Además, debe señalarse como algo fuera de lo común en muchas profesiones en las que el hombre ha predominado, durante el siglo XXI la mujer ha entrado con mucha fuerza en el negocio/arte de la taxidermia, como Audrey Niffenegger, entre otras artistas muy reconocidas aunque ya había reputadas mujeres taxidermistas en el siglo XIX como la americana Martha Maxwell (1831-1881), feminista, naturalista y taxidermista (Pérez, 2015).



**Figura 33. Martha Maxwell**

## 8.2 LA TAXIDERMIA EN ESPAÑA.

Por el momento, no existe bibliografía específica que trate la historia de la taxidermia en España. Los trabajos más elaborados relacionados con este asunto corresponden a Santiago Aragón, con sus numerosas publicaciones sobre el Museo de Ciencias Naturales de Madrid u otras colecciones "didácticas" y Salvador Pérez Moreno con su blog Taxidermidades, además de algunos artículos de revistas científicas, reportajes de hemeroteca y otras publicaciones sueltas.<sup>127</sup>

En la hemeroteca del ABC se halla un artículo de J. Sierra y Flórez de Sierra de 1959 donde el autor cita a Ancarso, Patón, Benedito, Chaves, Quirós<sup>128</sup>, García Llorens, Severini, indicando que estos eran los taxidermistas más reputados de España hasta la fecha de la publicación. Así mismo, en la revista agropecuaria Agricultura N° 446 (1969), un lector solicita información sobre casas que se dediquen a la venta de taxidermia y la revista recomienda los siguientes taxidermistas conocidos: Ángel Chaves Esteban, Sobrino Severini<sup>129</sup>, Juan René Critikian<sup>130</sup>, Curats Saez, Manuel García Llorens, Julio Patón y Juan Garoz. Además hay que mencionar al taller Brañosera creado entre 1965-66 por los hermanos Antonio y Víctor Castelo<sup>131</sup>. Estos últimos fueron los que introdujeron en España por primera vez en la taxidermia los plásticos (resinas de poliéster y epoxis o fibras de vidrio entre otras) en la taxidermia comercial.

---

<sup>127</sup> Esta investigación no ha sido exhaustiva ya que la historia de la taxidermia no es la finalidad de esta tesis sino una herramienta importante para poder comprender la idiosincrasia de las piezas a intervenir y para definir los posibles criterios que se pueden aplicar.

<sup>128</sup> Entendemos que se trata de Luis Bernaldo de Quirós (1895-1985), cazador y taxidermista.

<sup>129</sup> Del que algunos taxidermistas opinan que era bastante malo como taxidermista así como Curats, Patón o los Garoz. Por el contrario los que se considera que eran muy buenos fueron Chaves y Llorens que además eran taxidermistas del MNCN

<sup>130</sup> Luis Castelo Sardina indica, que la persona que él conoció no era taxidermista, sino un comerciante de material biológico, ojos artificiales, alfileres entomológicos, etc. Y algún animal disecado que él compraba a terceros, entre ellos a su padre y que tenía la tienda en la calle Pintor Rosales.

<sup>131</sup> En los años de mayor desarrollo, años 70 y 80 fueron los taxidermistas con mayor prestigio y calidad de los que había en España. Formaron además a otros taxidermistas de la época como Justo Martín Ayuso, o los que aún siguen en la actualidad como taller Taxidermia Madrid entre otros. Junto a ellos estuvo trabajando el director de esta tesis Luis Castelo Sardina hasta 1990 aportando los conocimientos artísticos que adquirió en la facultad de Bellas Artes en la especialidad de escultura. Estuvieron en activo hasta mediados de los 90 cuando se jubilaron. Tanto Antonio (padre de Luis Castelo Sardina) como Víctor Castelo eran autodidactas y procedían de ámbitos tan dispares como la mecánica y la industria química, lo que les hizo abordar los problemas desde un punto de vista más abierto que los taxidermistas de tradición clásica.





**Figura 34. Taller Brañosera.**

Estos nombres y algunos más, que fueron surgiendo durante esta investigación podrán componer un mapa aproximado de la taxidermia en España. Es decir, este esbozo que se presenta puede proporcionar una idea general en la que se constate la riqueza, amplitud y variedad de colecciones que pueden encontrarse en España y que en numerosos casos se encuentran pendientes de su puesta en valor y estudio y de llevar a cabo sobre ellas labores de recuperación. Así mismo, como se verá, muchas de estas colecciones que no han sido restauradas ni “reparadas” en ninguna ocasión, pueden suministrar información sin distorsiones sobre las técnicas y materiales empleados por el artista creador (taxidermista), siendo útiles estos datos durante las tareas de restauración de otras piezas del mismo autor que se estén interviniendo.<sup>132</sup>

Cómo se ha indicado previamente, el interés que se produce en el siglo XVI por las ciencias naturales y rarezas exóticas, propiciado por la expansión a nuevos territorios, va a provocar que muchos naturalistas comiencen a recolectar y preparar sus propias colecciones. En España, la experiencia naturalista y la taxidermia evolucionó paralelamente al resto del mundo o, principalmente, a los países más evolucionados a este respecto, como Francia, Holanda, Alemania, Italia, Inglaterra y EEUU (aunque éste último fue más tardío). Posiblemente este desarrollo en España se produjo porque en el siglo XVII durante el gran auge de “las ciencias de la tierra.” El Imperio Español era una de las grandes potencias económicas y territoriales, poseyendo territorios/colonias en América, África, Europa y Asia. Esta hegemonía varió enormemente en el siglo XIX y a finales de este periodo su presencia se limitaba a determinados enclaves en el extremo norte de África y en el golfo de Guinea, (Aragón, 2014), reflejándose estos cambios en la composición de las colecciones del MNCN.

De esta manera, los naturalistas españoles acuñaban colecciones fruto de sus expediciones, que posteriormente donaron o vendieron a diversas instituciones. Tal fue el caso de Pedro Franco Dávila,

---

<sup>132</sup> Tal es el caso de la Colección de aves de la Facultad de Bellas Artes realizadas a principios del siglo XX por los Hermanos Benedito, cuyo estudio será vital también en los trabajos de restauración y documentación de las piezas de las colecciones del MNCN-CSIC realizadas por dichos taxidermistas ya que, como se verá, muchas naturalizaciones del Museo eran “reparadas” durante las labores de mantenimiento realizadas, lo que incluía cambios de peana o repintado de patas y picos en las aves, haciéndose difícil discernir qué partes son originales.

cuya colección daría lugar a la creación del Real Gabinete o el de Francesc Martorell i Peña (1822-1878), cuyo Museo Martorell, inaugurado en 1882, sería el origen del actual Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (Valls, 2010).

Esta afición era compartida por la Casa Real Española, que va reuniendo una colección particular importante. Como se verá en los apartados siguientes, el 2 de Febrero de 1776 Don Pedro Franco Dávila, director del Real Gabinete de Historia natural, por Orden de S.M., envía instrucciones a los Virreyes, gobernadores, corregidores de todos los dominios del rey, para que embalen y envíen todo objeto de historia natural que recojan.

Por otro lado, la afición a la caza de la monarquía española se ha extendido hasta el día de hoy.<sup>133</sup> Carlos III (1716-1788) era aficionado desde niño a la caza y a la pesca<sup>134</sup>. Alfonso XIII (1886-1941) propició la protección de ciertas especies cinegéticas al borde de la extinción como se verá en el capítulo dedicado a la legislación. Esto ha dado lugar a que las colecciones reales atesoren valiosos especímenes custodiados en los Reales Sitios por Patrimonio Nacional.

En el Archivo Central de Patrimonio Nacional, así mismo, puede hallarse documentación relativa a los trabajos de taxidermia y mantenimiento realizados para las colecciones reales. Un ejemplo es la factura emitida por el taller "Sánchez y Sánchez, disecadores del Museo de Historia Natural" situado en la calle Mayor, 44, fechada en 1881 y firmada por Manuel Sánchez,<sup>135</sup> por disecar una cabeza de caballo y cuatro patas para el cuarto de Su Majestad el Rey.<sup>136</sup>

La casa Real hacía encargos a los talleres afamados del momento, pero también contaba en su plantilla con prestigiosos taxidermistas como Ángel Severini, que en 1884 era director y preparador de los objetos de Historia Natural para la Casa Real.<sup>137</sup>

Se tienen datos de que a principios de dicho siglo ya se exhibían piezas disecadas en las estancias personales de los Reales Sitios. Tal es el caso de una cuenta de 1805 de Antonio García Maestro, carpintero de la Real Casa, por los trabajos realizadas en el Real Palacio de Aranjuez, donde se incluye en el listado de arreglos, la realización de un zócalo para colocar una gallina disecada en el cuarto del príncipe.<sup>138</sup>

De esta manera, la mayoría de los taxidermistas que trabajan para sitios oficiales como la Casa Real o el Museo de Ciencias Naturales poseían un taller propio como es el caso de Ángel Severini, Sánchez y Sánchez<sup>139</sup> o los hermanos Benedito. Generalmente estos talleres han sido generacionales, como en el resto del mundo, y van heredándose entre los descendientes de cada familia, constituyéndose de esta manera las grandes sagas familiares como los Benedito, Garoz o Severini, (Alonso, 2008) entre otras que podemos ver reflejada también en el organigrama del Museo de Ciencias de Madrid (MNCN-CSIC). Otro negocio particular muy renombrado en Barcelona, conocido con diversos nombres desde su

<sup>133</sup> El rey Juan Carlos I de España posee un pabellón de caza donde conserva y exhibe a sus allegados sus trofeos de caza. Su taxidermista oficial era José Luis Benedito Bruño, fallecido en 2011 (Montero, 2013).

<sup>134</sup> Puede recordarse la intención de Carlos III de crear una ciudad de las artes y las ciencias

<sup>135</sup> Puede tratarse de Manuel Sánchez Pozuelo, disecador del Real Gabinete en el siglo XIX.

<sup>136</sup> Legajo 5228-13. Archivo de Palacio Real

<sup>137</sup> Legajo 5228-13 Archivo de Palacio Real.

<sup>138</sup> Casa, legajo 81. Archivo de Palacio Real.

<sup>139</sup> Se sospecha que uno de ellos pudiera ser Sánchez Pozuelo, taxidermista del Museo. Esto queda aún por confirmar.

inauguración, como Palaus o El Taxidermista, fue abierto por Lluís Soler i Pujol (†1923)<sup>140</sup> en 1889. A su muerte, su viuda María del Carme Boix (†1948) continuó con el negocio, (Pérez, 2013), inaugurándolo en 1926 con el nombre de Museo Pedagógico de las Ciencias Naturales, cuyo local heredado por sus descendientes cerró sus puertas cuando lo regentaban sus nietos en 1991 (Permanyer, 1991).

El interés por las rarezas y monstruosidades en España se desarrollaba también paralelamente al resto del mundo. En 1784, D. Juan Bautista Bru publicó el “Tomo I de la Colección de animales y monstruos del Real gabinete de Hª Natural de Madrid (Barreiro, 1992, 70) y Mieg en el año 1818 hace esta observación:

Es muy útil saber que existen también monstruos ficticios, que los comerciantes de curiosidades de historia natural saben fabricar con bastante perfección, ya con el auxilio del hilo y aguja, ya con el de sus navajas y pinceles. Así es como cortan algunas veces la cola y las orejas a los monos, ratones u otros animales conocidos: además les arrancan los dientes, y cambian sus colores; todo con el fin de poderlos vender por especies nuevas a los que desean esos objetos, dándoles muchas veces patria y nombres que ni Linneo ni Cook han oído ni visto jamás. Con la idea de que Vd. no crea que los profesores instruidos están exentos de ser engañados por estos diestros bribones, citaré un ejemplo notable que puede al mismo tiempo serle a Vd. útil en caso que quiera consultar la antigua edición de Buffon. La especie de oso hormiguero descrita por Buffon, bajo el nombre de tamandúa rayada, fue reconocido después de la muerte de este célebre naturalista por un coatí animal de América, al que habían arrancado los dientes y añadido el color propio de su pelo en unas bandas oscuras (Mieg, 2009) (Aragón, 2014, p. 71).



**Figura 35. Ternero “monstruoso” fruto de una malformación. MNCN**

Hoy en día ese interés continúa existiendo y un ejemplo de la conocida como “taxidermia canalla”, ya mencionada, puede encontrarse en la empresa Taxidermiaartifauna, que no solo naturaliza sino que recrea especímenes extintos o en peligro de extinción utilizando, para ello, pelaje y plumas de animal doméstico y/o común. Así mismo, reconstruyen el hábitat del animal (Artis fauna, 2011).

---

<sup>140</sup> Soler fue preparador y taxidermista del Museo Municipal de Barcelona en 1908 (Pérez, S. 2013). Éste es otro ejemplo de un empleado de la administración que regenta un taller privado.

Otro punto que se debe reseñar es la irrupción de las mujeres en la taxidermia que, como señala Santiago Aragón (2014), puede verse reflejada en las listas de alumnos de las clases de taxidermia impartidas en el Instituto de Ciencias Físicas Naturales en 1913, donde aparecen dos mujeres. A lo indicado, habría que sumarle las viudas de los taxidermistas que regentan el negocio al fallecer su cónyuge. Tal es el caso de Ángel Severini Navarro<sup>141</sup>. Al fallecer éste, su viuda Carmen Gutiérrez Ravé y Mora<sup>142</sup> se hace cargo del taller, como puede verse en la comparación del membrete de algunas facturas encontradas,<sup>142</sup> (Ver figura 17) o el ya citado caso de Soler.



Figura 36. Membrete de la Casa Severini

Visto el enorme interés que suscitaba la taxidermia en España, así mismo, aunque quizá algo más tardío, la difusión de ésta es pareja como hemos visto al resto del mundo, desde la primera publicación de gran tirada sobre taxidermia aparecida en español en 1833<sup>143</sup>, que se trataba de la traducción realizada por Ganivet de un libro del francés de Pierre Boitard (1789-1859)(Aragón, 2014), o el manual de Manuel Llofríu de 1885 "Taxidermia. Manual práctico del disecador de animales y plantas" o el

<sup>141</sup> Boletín Oficial de la Provincia de Madrid N° 58, año 1918

<sup>142</sup> Todocolección. Factura: viuda de Ángel Severini, preparaciones de historia natural, Zorrilla, 4 - Madrid 1916. Consultado en diciembre de 2014. Disponible en <http://www.todocoleccion.net/factura-viuda-angel-severini-preparaciones-historia-natural-zorrilla-4-madrid-1916~x23061019>

<sup>143</sup> Manual del naturalista disector, o arte de disecar y empajar los animales, y de conservar los vegetales y minerales Con Ganivet, de Alvarado, Peña. Editor T. Jordan, 352 pp. 1833.

escrito por Lluís Soler i Pujol "Manual de taxidermia para la preparación de las especies zoológicas" de 1921.

Además se impartían clases de taxidermia, como las ofertadas en la Cátedra de taxidermia del Museo de Ciencias o los cursos de formación de la Escuela Industrial de Madrid que en 1849 ofrecían clases gratuitas (Aragón, 2014), así como los cursos a distancia impartidos por el Instituto Jungla. Éste último, a finales de los años 40 del siglo XX, comenzó a suministrar cursos de taxidermia por fascículos. Actualmente los sigue ofreciendo.

Todo lo referido con anterioridad y otros aspectos en los que no debe adentrarse la presente tesis doctoral ya que la investigación se prolongaría de manera innecesaria, propiciaron la existencia de colecciones de taxidermia en España entre las que podemos citar:

### **Colecciones de Museos estatales y regionales:**

- Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC). Madrid
- Museo de Ciencias Naturales. Barcelona
- Museo de Ciencias Naturales. Valencia
- Museo taurino. Córdoba

### **Colecciones Centros educativos:**

Cómo ha podido observarse, la taxidermia tenía fines educativos. Por ello, numerosas instituciones docentes conservan este tipo de colecciones entre sus fondos.

- Facultad de Veterinaria, Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, Museo de Anatomía Comparada de la Facultad de Ciencias Biológicas (UCM). Madrid.
- Gabinete de Ciencias I.E.S. Bárbara de Braganza. Badajoz.
- CZULE. Servicio de Colecciones Zoológicas de la Universidad de León. León.
- Instituto de Enseñanza secundaria Cardenal Cisneros. Madrid.
- Instituto San Isidro. Madrid.

### **Colecciones Patrimonio Nacional:**

- Palacio de Riofrío (Segovia).
- Pabellón de caza de Juan Carlos I (Madrid).

### **Colecciones privadas**

- Museo de la Caza y la Naturaleza de los Yébenes (Colección de Garoz). Toledo.
- Museo Critikián de Ciencias Naturales. Alicante, (Marco, 1997).
- Museo de la Fauna Salvaje. Fundación Dr. Romero Nieto. León.
- El gabinete de curiosidades de los Salvador.
- Museo Darder.





**Figura 37. Colección zoológica de la Universidad de León**

A colación con lo que se explicaba en el capítulo 4 sobre la denominación de este tipo de trabajos y profesión, otra cuestión que ha de tenerse en cuenta es el perfil del taxidermista que se solicitaba en labores de recolección y preparación de animales: militar, naturalista, o escultor como el caso de Luis Benedito. El profesional no solo era reconocido por sus labores en el ámbito de la taxidermia sino también en el campo escultórico. El Conde de Yebes (1899-1986) señala en la entrevista realizada en 1960 que la taxidermia, a diferencia de la escultura de animales, florecía, y enumeraba cuales eran los exponentes de la escultura de animales en España: Luis Benedito (1883-1955), Mateo Hernández (1888-1945), Mateo Santa Fé y él mismo, el Conde de Yebes (J. M.G., 1960).

En la actualidad, la taxidermia en España, aunque ha decrecido, sigue arraigada y existen a nivel nacional numerosos talleres que están agrupados en la asociación nacional de taxidermistas *ANTAX*, creada en 1992. Entre los artistas españoles más reputados puede citarse a Antonio Pérez Rodríguez. También pueden encontrarse trabajos de grandes taxidermistas en las numerosas ferias celebradas en España, donde se exponen las piezas naturalizadas en los distintos talleres de España, como *Feciex* en Extremadura o *Cinegética 2015*.



**Figura 38. Obra del taxidermista español Antonio Pérez**



### 8.3 LA TAXIDERMIA EN EL MNCN

La historia de la taxidermia en España está íntimamente ligada al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC), como una de las primeras instituciones científicas pioneras que además nutría otro tipo de colecciones, como se verá en el siguiente capítulo.

El Real Gabinete de Historia Natural, origen del Museo, fue proyectado en 1752 por el marino y naturalista Antonio de Ulloa (1716-1795), aunque este proyecto no fue desarrollado hasta el reinado de Carlos III, quien promulgó el Decreto de 17 de octubre de 1771 que implicaba la adquisición de las Colecciones de Pedro Franco Dávila (1711-1786)<sup>144</sup>. (Barreiro, 1992, citado por Aragón, 2014). El Gabinete no fue inaugurado como Museo hasta el 4 de Noviembre de 1776. En el primigenio gabinete de Dávila en París solo había constancia de dos mamíferos disecados: un pangolín y un armadillo. Y, en el caso de las aves, aunque no se indicaba explícitamente, podría haber varias disecadas, ya que era ya una práctica común.

A esta primera colección habría que añadirle las donaciones de la Corona, donde la mayor parte de las piezas procedían de las posesiones españolas en ultramar y pocas de las cercanías a Madrid (Aragón, 2014), siendo muchos de los especímenes aquellos que, traídos de las colonias, moraban en época de Carlos III en los Reales Sitios y que, tras su muerte, pasaban a engrosar las colecciones del Real Gabinete (Gómez-Centurión, 2011, citado por Aragón, 2014).

Como se verá en esta tesis, durante toda su existencia, el Museo ha sufrido numerosas vicisitudes: pérdida de piezas por deterioro o robo de las colecciones, fraccionamiento de las colecciones en 1867 y pérdidas o deterioros durante los continuos traslados de sede. Dichas modificaciones de emplazamiento y estructura administrativa repercutirían igualmente en el laboratorio de disección o taxidermia y sus colecciones<sup>145</sup>.

Pero el Museo no era solo un centro expositivo. La vertiente científica que se iba desarrollando en el gabinete marcó el tipo y las funciones de dicha institución. De hecho, la relación del Museo de Ciencias con la Universidad y la taxidermia fueron de la mano durante casi toda su existencia.

Desde 1846, a petición del Decano de la facultad de Filosofía Eusebio María del Valle (1799-1867), Mariano de la Paz Graells impartió nociones para la conservación de restos animales desde su cátedra de Taxidermia en el Museo (Aragón, 2014, p. 83) y, en 1850, la taxidermia entraba en plan de estudios de la Facultad de Filosofía, en la sección de Ciencias Naturales, junto con otras disciplinas clásicas como la Zoología, la Botánica o la Química.

---

<sup>144</sup> Director del Museo entre los periodos 1771-1808

<sup>145</sup> Inicialmente se denominó Laboratorio de Disección y sus trabajadores eran disecadores. Con el tiempo se empezó a llamar también Laboratorio de Taxidermia y a los operarios se los denominó taxidermistas.

Su estudio era obligatorio para la obtención del Grado de Licenciado en Ciencias Naturales. Las lecciones de la asignatura se impartían en el Gabinete de Historia Natural.<sup>146</sup> Los estudiantes, para ser admitidos en el Grado, debían acreditar haber seguido con buen aprovechamiento un curso en la materia, impartido por los disecadores del Museo. De hecho, las plazas de disecador en este periodo estaban estrechamente relacionadas con la docencia y en el Real Decreto de 1857 relativo a los disecadores de la plantilla del Museo, se recoge la obligación de los disecadores de esforzarse en formar a las nuevas promociones.

Aquellos alumnos que obtenían una nota sobresaliente se colocaban como naturalistas, preparadores o disecadores en cualquier establecimiento público.<sup>147</sup> De hecho muchos de los disecadores del Museo fueron alumnos aventajados de las clases de taxidermia, como Jacinto Castro y Duque.

Pero la función del Museo iba más allá. Una de sus vertientes más destacadas era la de nutrir a los numerosos centros educativos que solicitaban el envío de especímenes para la docencia. Un ejemplo es la petición realizada por José Esteban Lozano, director de la Escuela Especial de Pintura, Escultura y Grabado de Madrid, hoy la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, solicitando al Museo una serie de aves para emplearlas en las clases de pintura decorativa<sup>148</sup> (Aragón, 2014). Esta continua demanda ha dado lugar a muchas de las colecciones existentes en la geografía española, como se ha visto en el apartado anterior.

Graells, en 1849, señala la utilidad de la taxidermia en un escrito dirigido al director General de la Instrucción pública (Aragón, 2014, p. 84):

Es patente el gusto que desde el establecimiento de esta enseñanza se ha tomado en la capital por la preparaciones taxidérmicas, que muchos sólo han querido aprender para formar colecciones de objetos naturales para su estudio o especular con su habilidad, viéndose ya en varias tiendas de la Corte colecciones de aves y otros animales disecados que excitan la curiosidad del público y facilitan a los naturalistas de nuestro país comprar aquí mismo los objetos que hace tres años tenían que hacer venir del extranjero.

Pero la principal función de la institución era la de preparar los ejemplares zoológicos que iban llegando al Museo provenientes de expediciones científicas, intercambios o donaciones, a fin de aumentar la colección.

De hecho, a lo largo de su historia, el Museo tuvo una continua pugna entre la docencia y la exposición<sup>149</sup> en la que ganó la última cuando en 1910 el museo se independizó de la Universidad. En esa guerra, algunos científicos opinaban que el espacio expositivo debía ser mayor, como indicaba Manuel Antón y Ferrándiz, (1849-1929), catedrático de Antropología, que pensaba que *la exposición*,

<sup>146</sup> Fondo Museo. Sección Cátedra de Taxidermia

<sup>147</sup> *Ibidem*.

<sup>148</sup> ACN0267/027. Cartas de José Esteban Lozano a Ignacio Bolívar.

<sup>149</sup> En 1897, cuando estaban ya instalados en los locales que los miembros del Museo consideraban provisional, a la vista de un nuevo traslado y la búsqueda del nuevo emplazamiento algunos profesores de la Junta planteaban que éste debía ser únicamente para el museo mientras que otros eran más partidarios de dedicarlo a Museo y facultad al mismo tiempo. (Aragón, 2014).

*sin ser necesariamente exhaustiva, debía cuanto menos ser numerosa, porque "eso da importancia a los museos y bien la necesita el nuestro"* <sup>150</sup> (Aragón, 2014).

### 8.3.1 Disecadores y taxidermistas del Museo

---

Respecto a los disecadores existentes, se puede decir que los primeros "taxidermistas" del Museo eran desconocidos. En 1773 en una carta de Dávila dirigida a Don Fernando Magallón en París, se habla del envío de un cajón de 15 pájaros para que los arregle un tal Mr. L'Ereau, ya que en Madrid no se había encontrado aún ningún cirujano que lo hiciera. Sólo se había hallado a un profesional<sup>151</sup> que los preparaba cuando los animales estaban recién muertos. Éste había empezado recientemente a trabajar en ello (profesión) pero no servía para el fin debido a que no contaba con la experiencia suficiente como para arreglar las pieles que llegaban ya preparadas "de las indias", con las plumas dobladas.<sup>152</sup> En el Catálogo de documentos del Real Gabinete (1752-1786) de M<sup>a</sup> Ángeles Calatayud, existen otras referencias a animales que se estaban tratando para el gabinete, como un titi para S.M. disecado por Don Blas Rovira (Calatayud, 1987).

Por tanto, en los inicios del Museo muchas piezas eran encargadas fuera porque no se tenían los medios ni la pericia para hacer obras de calidad como se verá a continuación.

Por ejemplo, con la instrucción nº 276 del 2 de febrero de 1776, mandada a todos los confines del Reino, se pide a los gobernantes de dichas "provincias" de todo el imperio el envío de material biológico preparado al Real Museo<sup>153</sup>.

El primer disecador en nómina del Gabinete del que se tiene conocimiento es D. Francisco Eguia, nombrado disecador del Real Gabinete de Historia Natural en agosto de 1776 (Calatayud, 1987), a quien sustituyó Juan Bautista Brú de Ramón, a la muerte del anterior en abril de 1777. Junto a su hermano Mariano son los primeros taxidermistas más reconocidos del Museo, estimados especialmente por haber disecado el elefante de Java (entre 1777 y 1778), que es una de las piezas más antiguas que conserva el MNCN y se expone hoy en día en dicho establecimiento, como se verá en el capítulo siguiente.

Desde entonces, se suceden una serie de disecadores que van casi enlazándose unos con otros a la muerte de los anteriores profesionales en nómina.

Los más destacados, no solo por la calidad de sus obras, sino también por la documentación que generaban (diarios, notas de taller, etc.), son Juan Ramón Dut, ayudante de disecador y disecador 1º entre los años 1857 y 1871, que realizaba partes semanales de los trabajos realizados en el laboratorio de taxidermia (naturalización y conservación- restauración de las piezas del Museo) y los hermanos Benedito, José María (1873-1951) y Luis Benedito Vives (1885-1955), quizás considerados en su día los

---

<sup>150</sup> ACN0314/002. Acta de la sesión de Junta de Profesores celebrada el 14 de noviembre de 1896.

<sup>151</sup> Se desconoce por el momento el nombre del llamado cirujano que aún se estaba formando.

<sup>152</sup> ACN0051/001. Copiador de cartas. Registro de Correspondencia. Quinto cuaderno

<sup>153</sup> La naturaleza de estos envíos se desarrollará más adelante en el tema 9.

mejores taxidermistas de España. Aunque tenían taller propio, ambos trabajaron en el Museo de Ciencias; el primero desde 1907 a 1943 y el segundo entre 1912 y 1954.<sup>154</sup>



**Figura 39. José María y Luis Benedito preparando un lobo en el taller del Museo**

Pero las colecciones del Museo no solo se han nutrido de las obras realizadas por los empleados, sino también de adquisiciones, donaciones, incautaciones y de aquellas piezas realizadas por los alumnos aventajados de las clases de taxidermia que impartía el Dr. Graells dentro de la Cátedra de Taxidermia de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Madrid desde 1846.<sup>155</sup>



**Figura 40. Mariano de la Paz Graells con unos alumnos. s. f.**

<sup>154</sup> Ver Anexo I, con algunos disecadores y taxidermistas que trabajaron para el Museo.

<sup>155</sup> Fondo Museo. Sección Cátedra de taxidermia.

### 8.3.2 Estructura del laboratorio de taxidermia del museo: plazas de disecador y organización

---

A lo largo de la vida del Museo, para adaptarse a las necesidades que eran requeridas en cada período, el número y la naturaleza de plazas relacionados con la taxidermia fueron variando. Si bien en un principio sólo había un disecador, con el crecimiento de las colecciones se hace necesario ampliar la plantilla contratándose ayudantes o personal de apoyo, creándose una jerarquía dentro del laboratorio de disección que irá modificándose con el paso de los años.

Aparecen cambios en la denominación de los cargos de los trabajadores taxidermistas del Museo. Pero no sólo cambiaba la denominación de los cargos de los empleados, también los "talleres" donde se realizaba la taxidermia.

El conocimiento de este organigrama de taxidermistas es fundamental para poder construir con más precisión la historia del laboratorio de taxidermia y ayudar en la datación y documentación de las piezas de la colección, comparando así mismo esta información con la base de datos del Museo, los catálogos e inventarios que se han realizado, etc. El auge de la taxidermia en el Museo puede verse reflejada en el número de plazas existentes que no siempre va a coincidir con la profusión de animales montados ya que, como se verá, muchos se perdieron víctimas de plagas, desidia u otras causas.

También servirá para poder valorar cuándo se da al oficio de taxidermista una categoría superior, el momento en que el disecador pasa a llamarse taxidermista, es decir pasa de ser artesano a artista.

De esta manera, puede observarse *grosso modo* que han existido plazas de Disecador, Disecador interino, Ayudante de disecador, Disecador jefe, Primer Disecador, Segundo Disecador, Naturalista Disecador, Disecador de los Objetos del Pacífico, Jefe del Laboratorio de Taxidermia, Escultor taxidermista, Preparador<sup>156</sup>, etc.

### 8.3.3 La evolución en la calidad de la taxidermia del museo

---

Casi desde el inicio del Gabinete, la desconfianza en los disecadores del Museo era patente. En 1773 en una carta de Bernardo de Iriarte dirigida a Pedro Franco Dávila se criticaba el trabajo realizado por Bru en un ejemplar de pájaro niño llamándolo "destrozo" y confiando en que no estropeará ninguno más (Calatayud, 1987).

Las críticas sobre la calidad de las piezas eran frecuentes entre naturalistas, científicos y otras personalidades. Se puede citar la reflexión que hace el botánico Moritz Wilkomm (1821-1895) tras visitar

---

<sup>156</sup> Aunque la función de un preparador en principio no es la de montar animales, muchos de los preparadores se sabe desempeñaban dichas tareas y de hecho, algunos ascendían a disecadores.



el Gabinete en 1846, donde indicaba que la ordenación era deficiente (según el sistema Cuvier)<sup>157</sup> y los ejemplares eran en parte malos. “La colección ornitológica (...) es pobre en especies pero rica en ejemplares chapuceros. Mejor es la de mamíferos (Reig- Ferrer, 2010, citado por Aragón, 2014).

En los inicios del Museo, antes de la llegada de los Hermanos Benedito, no se naturalizaban bien los animales de gran tamaño y normalmente se echaban a perder en poco tiempo (como rara excepción se encuentra el elefante de Java de Bru). De hecho, el ofrecimiento hecho por Luigi Cavanna, propietario de la Casa de Fieras de El Retiro (Jiménez de Cisneros y Baudín, 1994) de la venta al Museo de los cadáveres de un canguro y de un ciervo de Filipinas, fue rechazado por la Junta de Profesores del Museo en 1901. También los gamos donados por Alfonso XIII se enviaron a París para su naturalización, con el consiguiente gasto extra asociado (Aragón, 2014).



**Figura 41. Real Casa de Fieras de Madrid (1913).**

Por tanto, la mala calidad de los trabajos no se debía únicamente a la escasa pericia de los disecadores del gabinete. A ello se sumaba la falta de un espacio adecuado para naturalizar los especímenes que iban llegando al museo.

De esta manera, en los inicios del Gabinete, los propios disecadores realizaban los trabajos en sus domicilios, ya que no se disponían de un laboratorio propiamente dicho de disección.

El 14 de marzo de 1773 Dávila realiza una lista con las dependencias y personal que considera necesario para albergar El Real Gabinete de Historia Natural. En ella solicita “una habitación, si es posible, para una persona que esté al cuidado de la disección de los animales y preparación de los licores, etc.” En este listado se adjunta una nota en la que ya aparece Juan Bru como disecador empleado en el Real Gabinete<sup>158</sup> (Calatayud, 1987, p. 67).

<sup>157</sup> Georges Cuvier (1769-1832) fue un naturalista francés que se dedicó a la anatomía comparada y a la paleontología. A través de ello realizó una clasificación del reino animal en función de sus diferencias y semejanzas morfológicas, estructurales y fisiológicas, distribuyéndolos de esta manera en cuatro grandes grupos: vertebrados, moluscos, articulados y radiados.

<sup>158</sup> Esta nota parece ser un borrador con fecha posterior a la citada según se indica en el Catálogo de Calatayud.



A principios del siglo XX, la falta de un buen taller de taxidermia y de unos taxidermistas en los que se confiara, dada la calidad mediocre de sus trabajos, continuaba siendo uno de los talones de Aquiles del recientemente re-fundado Museo de Ciencias Naturales. (Aragón, 2014).

Como ejemplo de lo explicado, se aporta la crítica que recoge Santiago Aragón en 2014 hecha por Martínez de la Escalera sobre la colección:

“¿Qué de particular tiene el que los armarios de museos perduren docenas de pellejos inflados que a veces piden las cuchilladas y tajos del de la Triste Figura” (Martínez de la Escalera, 1904, citado por Aragón, 2014, p. 156)

O:

Don Quijote habría sido feliz “emprendiéndola a cintazo limpio con duendes y trasgos y alimañas encantadas rellenas de estopa, serrín y virutas con polvo secular, de esa que tan bien sienta aventar a los cuatro vientos” (Martínez de la Escalera, 1904, citado por Aragón, 2014, p. 156)



**Figura 42. Algunos mamíferos naturalizados del MNCN.**

Un episodio ocurrido con el montaje del okapi que hoy se encuentra en el Museo, constituye otro ejemplo de la falta de confianza en la realización de trabajos adecuados. La piel y los huesos del animal, que habían sido cedidos por el gobierno congolés en 1904 y que se iba a montar en el Museo, tuvieron que hacer el viaje de regreso al temerse el propio Museo que la piel fuera olvidada o se realizara un deficiente montaje del ejemplar. En toda esta transacción el MNCN tuvo que desembolsar una gran cantidad de dinero fruto de los transportes y del pago de los ejemplares (el esqueleto y la piel montada), ya que finalmente fue montado en Bruselas por Opdenbosch,<sup>159</sup> dada la falta de un taller de taxidermia apropiado en la institución. Simón Bolívar se dio cuenta que era de suma importancia y urgencia dotar al Museo con un local apropiado, que tuviera buena luz y ventilación para poder preparar los ejemplares en condiciones y evitarse de nuevo el tener que enviar a preparar fuera del Museo las piezas con el consiguiente gasto que ocasionaba (Aragón, 2014).

---

<sup>159</sup> De momento no se han encontrado datos de este taxidermista.



**Figura 43. Okapi del MNCN montado en Bruselas por Opdenbosch en 1905**

Durante la administración de Emilio Ribera (1853-1921) como conservador mayor y jefe de la administración del museo, se empezó a negociar el nuevo cambio de sede y la petición de un moderno laboratorio de disección. En los presupuestos del centro de 1907 se incluyó la creación de una plaza de Jefe del Laboratorio de Disección<sup>160</sup>. Santiago Aragón, 2014 sugiere que la llegada al Museo de los Benedito pudo ser obra del Emilio Ribera al haber trabajado en Valencia, ciudad originaria del padre de los hermanos Benedito, José María Benedito Mendoza (1846-1899) y donde regentaba el taller familiar. José María Benedito Vives fue nombrado disecador jefe interino el 7 de enero de 1907, logrando la plaza en propiedad meses más tarde<sup>161</sup>. La incorporación de esta familia a la plantilla supuso un cambio sustancial en la calidad de las nuevas naturalizaciones, aunque existen documentos de varios envíos realizados antes al Museo desde el taller privado de los Benedito (Aragón, 2014). La calidad de las piezas era tal que podemos observar famosos grupos biológicos de cabras hispánicas en otros museos del Mundo como la "*capra hispánica*", regalada al Museo de Lisboa por Luis Benedito en 1945 (*Actualidad Gráfica*, 1945) o las cabras montesas que regaló el Rey Alfonso XIII al Museo Británico realizadas por el escultor taxidermista Luis Benedito (Bolin, 1927).

El laboratorio de taxidermia actualmente no existe; fue desmontado en la década de los 80 del siglo XX, cuando ya estaba ubicado en su emplazamiento actual. El último taxidermista del MNCN-CSIC fue José Luis Benedito Bruño (1959-2011), nieto de los famosos hermanos Benedito.

<sup>160</sup> ACN0314

<sup>161</sup> ACN. Fondo Museo, sección Personal, caja 166, legajo 2



## 9 EL MNCN

### 9.1 HISTORIA DEL MNCN

A fin de describir la evolución histórica del Museo Nacional de Ciencias Naturales, se ha tomado como referencia la estructura que muestra la página web del Museo, que la fracciona por épocas.

El primero que realizó una crónica de dicha historia fue el Padre Agustín Barreiro (1865-1937), doctor en ciencias naturales, en su libro "El Museo de Ciencias Naturales"<sup>162</sup>. Barreiro realizó una clasificación que abarcaba el periodo comprendido desde 1771 hasta 1935, siendo revisada y ampliada con posterioridad con una introducción de Emiliano Aguirre y otros capítulos y anexos en la edición de Pedro M. Sánchez Moreno de 1992 (Barreiro, 1992)

Hoy en día la historia del museo se puede clasificar en cinco épocas (MNCN, s.f.):

- **Primera época** (1771-1808).
- **Segunda época.** (1808-1900).
- **Tercera época:** Era Bolívar (1901-1936).
- **Cuarta época** disgregación (1936-1984).
- **Quinta época:** Renovación (1985).

El primer período se inicia aproximadamente con la creación del Gabinete de Historia Natural en 1771 por el Rey Carlos III. Los primeros fondos importantes que albergó son las colecciones y la biblioteca pertenecientes a Pedro Franco Dávila (1711-1786), cedidos a la Corona Española por mediación del fraile agustino Enrique Flórez (1702-1773) y el Marqués Grimaldi (1710-11789). Como gran conocedor de la colección y el cuidado y esfuerzo empeñados en reunir dicho gabinete, se pidió a Dávila que fuera director vitalicio de dicho gabinete.

<sup>162</sup> El libro fue publicado a título póstumo en 1944, con un prólogo de Eduardo Hernández Pacheco que completaba la obra incompleta de Barreiro.



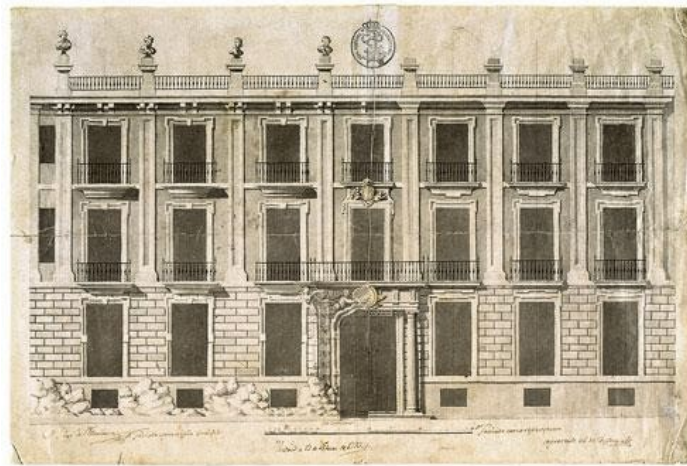
**Figura 44. Dibujo de Pedro Franco Dávila. Atribuido a Antonio María Lecuona Echániz**



**Figura 45. Recreación del Real Gabinete de Dávila. MNCN**

La colección estaba formada por miles de piezas de diversa naturaleza: minerales, algas, plantas, animales variados, piedras, utensilios de diversas culturas y épocas, objetos cerámicos, medallas, esculturas, dibujos, acuarelas, etc.

Se eligió para instalar el Gabinete el Palacio Goyeneche situado en la Calle Alcalá, 13, compartiendo el espacio con la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.



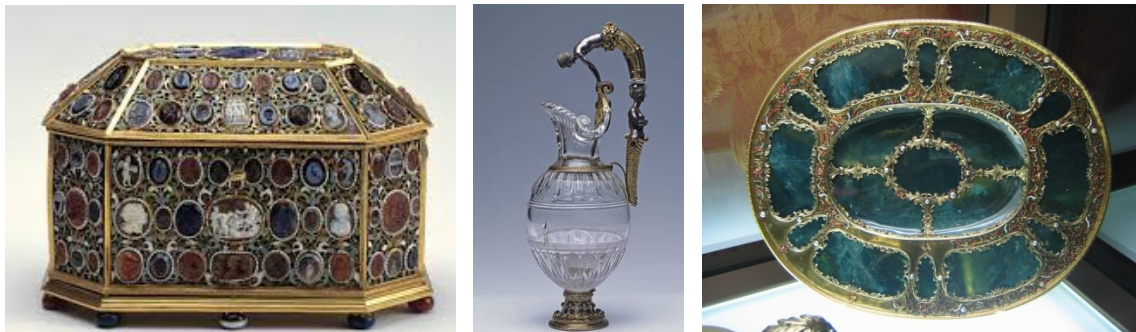
**Figura 46. Palacio Goyeneche. Dibujo de Diego de Villanueva**

Como ya se ha observado en el capítulo anterior, con la intención de ampliar la colección se redactó una instrucción regia en la que se pedía

..."A los señores Virreyes, Gobernadores, Corregidores, Alcaldes Mayores e Intendentes...en todas las dominaciones de S.M. puedan hacer recoger, preparar y enviar a Madrid de todas las producciones de la naturaleza...para que se coloquen en el Real Museo"... (Dávila, 1776, p. 1)



De esta manera comenzó a incrementarse el número de especímenes de dicha colección, enriqueciéndose con aportaciones de Fernando J. López de Cárdenas, cura de Montoro, Cristobal Vilella (pintor), Juan de Cuellas desde Filipinas, Antonio Parra desde Cuba, objetos y alhajas donados por la Casa Real como el tesoro del Delfín<sup>163</sup>, etc.



**Figura 47. Algunas piezas del Tesoro del Delfin, propiedad hoy del Museo del Prado**

Entre 1777 y 1778 se montó **el elefante indio**, *Elephas indicus*, situando en una peana el esqueleto y en otra el animal naturalizado. Dicho espécimen se encuentra expuesto en el Museo en la exposición permanente "El Real Gabinete de Historia Natural".

En 1785 se adquirieron por orden del Ministro Floridablanca (1728-1808), en una subasta celebrada en Ámsterdam, los dibujos, grabados, láminas y algunos libros pertenecientes al gabinete del naturalista neerlandés Johannes le Franc van Berkheij (1729-1812).

Ese mismo año se proyectó construir un edificio para albergar las colecciones, dado su fructífero crecimiento. El encargo de la construcción del edificio en el Prado de San Jerónimo por Carlos III recayó sobre el arquitecto Juan de Villanueva (1739-1811) (Museo del Prado, s.f.). Con la invasión francesa la construcción del edificio se interrumpió y tras la contienda el edificio se restauró adquiriendo una nueva utilidad durante el reinado de Fernando VII (1784-1833), como Real Museo de Pintura y Escultura, hoy Museo del Prado.

Entre 1784 y 1786 fueron publicados por Juan Bautista Bru (1740-1799) los primeros libros del Real Gabinete. Aparecieron en varios tomos titulados "Colección de Láminas que representan los animales y monstruos del Real Gabinete de Historia Natural".

En 1786 con la muerte de Pedro Franco Dávila, tomó el relevo Eugenio Izquierdo (1745-1813), teniente Director del gabinete, pero, al ser un hombre muy implicado en política, debía desplazarse continuamente, con lo que le fue sustituido por Joseph Clavijo Fajardo (1726-1806), nombrado por el Rey "Formador de índices" del Real Gabinete en 1777.

En 1788 se reconstruyó y montó el esqueleto del megaterio "*Megatherium americanum*" con las piezas fósiles enviadas por un misionero desde Luján (Argentina). Fue la primera reconstrucción de un vertebrado fósil realizada en Europa y despertó un gran interés que se dilató hasta 1931. Esta pieza se exhibe hoy en día en el Museo en la exposición permanente "Minerales, Fósiles y Evolución Humana".

<sup>163</sup> El tesoro del Delfin desde 1839 pertenece a los fondos del Museo del Prado y se expone en una cámara acorazada en dicha institución





**Figura 48. Megaterio del MNCN**

Otras obras a destacar son el manuscrito del ictiólogo y escritor Antonio Sañez Reguart sobre peces, y el manuscrito con cortes y mapas geológicos de los Alpes del médico y geólogo Carlos Gimbernat (1768-1834).

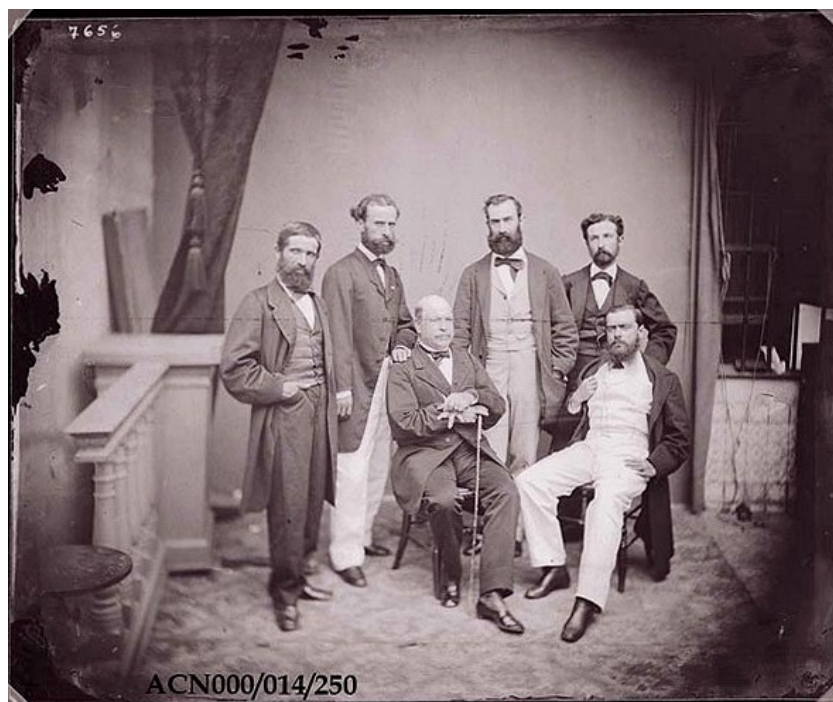
Entre 1799 y 1804 se publicaron los "Anales de Historia Natural" que pasarían a llamarse en 1801 "Anales de Ciencias Naturales". En dicha revista colaboraron científicos de renombre como el farmacéutico y químico francés Louis Proust (1754-1826) o el botánico y naturalista Antonio José Cavanilles (1745-1804).

El segundo periodo del Museo comienza en 1808 con la Invasión Francesa. Entonces el Real Gabinete permaneció cerrado, pero fue saqueado por las tropas de Napoleón durante su retirada en 1813 y por el propio disecador del Museo, el francés Pascal Moineau. En 1814 se reinició su actividad y se reclamó al gobierno francés los objetos sustraídos. Dicha devolución efectuada al año siguiente fue incompleta.

En 1815 el Gabinete pasó a llamarse Real Museo de Ciencias Naturales englobando también al Jardín Botánico, el Estudio de Mineralogía, la colección del Laboratorio de Química y el Observatorio Astronómico. Así mismo se crearon varias escuelas, de Mineralogía, Botánica, Física, Química, etc. y se crearon cátedras de profesores y viceprofesores, puestos de conservadores y jardinero mayor.

En 1847 el Real Museo de Ciencias Naturales cambió su nombre por Museo de Historia Natural (MNCN, s.f.), volviéndose a sustituir en 1857 para llamarse Museo de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN, s.f.). Además en este año Mariano de la Paz Graells fue nombrado Director Científico y Administrativo del Museo, bajo la supervisión del Rector de la Universidad.

El Museo colaboró en este periodo con varios proyectos institucionales como las consultas de la Comisión del Mapa Geológico Nacional, la publicación de un Manual Práctico de Piscicultura y la organización de la Expedición Científica al Pacífico, llevada a cabo entre 1862 y 1865, adquiriendo muchos objetos antropológicos, herbarios y otros de las regiones coloniales como el Amazonas. Tras la expedición, se realizó una exposición con lo recogido y se publicó una memoria del viaje (Puig-Samper, s.f.).



**Figura 49. Algunos componentes de la Expedición del Pacífico. Comisionados**

Entre 1867 y 1868 se desmiembra el Museo, creándose a partir de los fondos del mismo, otros organismos como el Museo Arqueológico Nacional, donde se dispusieron las colecciones de antigüedades y etnográficas. Además un reglamento del 10 de Junio de 1868 creaba tres instituciones independientes a partir del Museo: El museo de Ciencias Naturales, El Jardín botánico, dirigido por Miguel Colmeiro (1816-1901) y el Jardín Zoológico de Aclimatación, encomendándose su dirección a Laureano Pérez Arcas (1824-1894). (Aragón, 2014).

Entre 1867 y 1900 el Museo sufrió un retroceso en sus actividades. Sobrevivió a pesar del intento de clausurarlo, fruto de un desinterés por la pervivencia de las colecciones. Una muestra de este desinterés fue la retención de las muestras traídas por la Comisión del Pacífico, depositadas en el botánico desde 1865 en un salón húmedo, y oscuro (Barreiro, A., 1992). Estas fueron entregadas al Museo entre 1879 y 1880 con numerosos deterioros.

Desde 1890 el Museo pasó a ser uso del Museo Velasco en forma de ampliación y se depositaron en él las colecciones de antropología, etnología y prehistoria (Aragón, 2014).

En 1895 se desalojó al Museo de Ciencias del piso de Alcalá 13, pasando sus colecciones a almacenarse amontonadas en los sótanos del Museo Arqueológico Nacional y del Museo Antropológico del Dr. Velasco (1815-1882). Tras este traslado de piezas, los científicos del Museo reinventariaron las colecciones depositadas.

La tercera época es la denominada "Era Bolívar", en honor al nuevo director del Museo, el entomólogo y naturalista Ignacio Bolívar (1850-1944), que tomó su cargo en 1901.

Con la llegada del siglo XX y la creación del Ministerio de Instrucción Pública, Museo y Jardín pasaron a depender de la Universidad Central de Madrid (Aragón, 2014).

En este periodo, se asignó al Museo una nueva sede en el Palacio de Exposiciones de las Artes y la Industria, compartiendo el espacio con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.<sup>164</sup>



**Figura 50. Palacio de las Artes y la Industria. 1887. Actual sede del MNCN**

Existe la posibilidad de que el Museo abriera al público antes de la inauguración oficial del día 24 de mayo de 1902 (Aragón, 2014).

A partir de este momento, el Museo desempeñó tres funciones primordiales: el cuidado de los fondos naturales y documentales en su haber, la proyección hacia la investigación y el desarrollo de actividades culturales y de exhibición. Este tipo de estructura resurgió en los años 60.

En esta etapa mejoraron las colecciones, tanto en calidad como en cantidad, con la incorporación de meteoritos, diatomeas aportadas por el fabricante de lentes y estudioso Ernesto Caballero (1854-1935), junto con sus diarios, instrumental y biblioteca, los fondos entomológicos de los hermanos Bolívar, o Fernando Martínez de Escalera (1895-1988) y otros donados por entomólogos de diversos países. También crecieron las colecciones de invertebrados, gracias a las aportaciones del malacólogo Joaquín González-Hidalgo (1839-1923), del naturalista Florentino Azpeitia (1859-1934) y del Padre Barreiro. Por otra parte, se sumaron a estos fondos aquellos especímenes obtenidos por los trabajos de investigación y recolección obrados por varios miembros del Museo como la Colección de los Hermanos Pacheco, la de José Royo Gómez (1895-1961) y las excavaciones de Torralba del Moral bajo el mecenazgo del Marqués de Cerralbo.

Así mismo, se desarrollaron numerosos proyectos de investigación científica como los realizados en genética o en técnicas radiológicas sobre minerales. También se publicaron catálogos sobre fauna ibérica como el Catálogo de Mamíferos de España del mastozoológico Ángel Cabrera (1879-1960) o el de Peces, elaborado por el naturalista y catedrático de vertebrados Luis Lozano (1879-1958).

---

<sup>164</sup> Actualmente la situación es la misma. Ambos comparten el mismo edificio, tema que acarrea polémica ya que el Museo apenas tiene espacio para albergar sus colecciones.

El 27 de mayo de 1910 el Museo junto con el Jardín Botánico y el Museo Antropológico, se incorporaron a la estructura del Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales de la Junta de Ampliación de Estudios, quedando desvinculado de la Universidad, aunque podrían desarrollarse las actividades de algunas cátedras si no interferían con las actividades del Museo. (Otero Carvajal y López Sánchez, 2012, citado por Aragón, 2014). Esto cambió el desarrollo de la institución, evitando tener que mostrar todo lo que el Museo poseía y vincular las colecciones a la docencia. (Aragón 2014).

El nombre del Museo varió en 1913 introduciéndose el apelativo de "Nacional" (Otero Carvajal y López Sánchez, 2012, citado por Aragón, 2014).

En 1912 se publicaron las Series de Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, en 1925 la revista EOS, y en 1915 las monográficas Memorias de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, hasta 1934.

Con el ingreso en 1905 de José María Benedito dirigiendo el laboratorio de taxidermia, la función expositiva alcanzó el máximo esplendor. Se montaron numerosas naturalizaciones de grandes mamíferos como dioramas, vitrinas, etc. En un principio, José María Benedito colaboró en el trabajo con los zoólogos Ángel Cabrera y Juan Carandell, que trabajaban como disecadores, y con su hermano Luis Benedito que ingresó en el taller en 1911. Posteriormente junto a los taxidermistas Conrado Chaves y Manuel García Llorens, los hermanos Benedito crearon escuela. De este tema se hablará más detenidamente en el capítulo 9, cuando se detallen los procedimientos y técnicas de naturalización empleadas.

En 1913 el Museo, junto con otros ocho centros del mundo, recibió una de las reproducciones del esqueleto de **Diplodocus Carnegii**, con el patrocinio del empresario y filántropo, Andrew Carnegie (1835-1919).

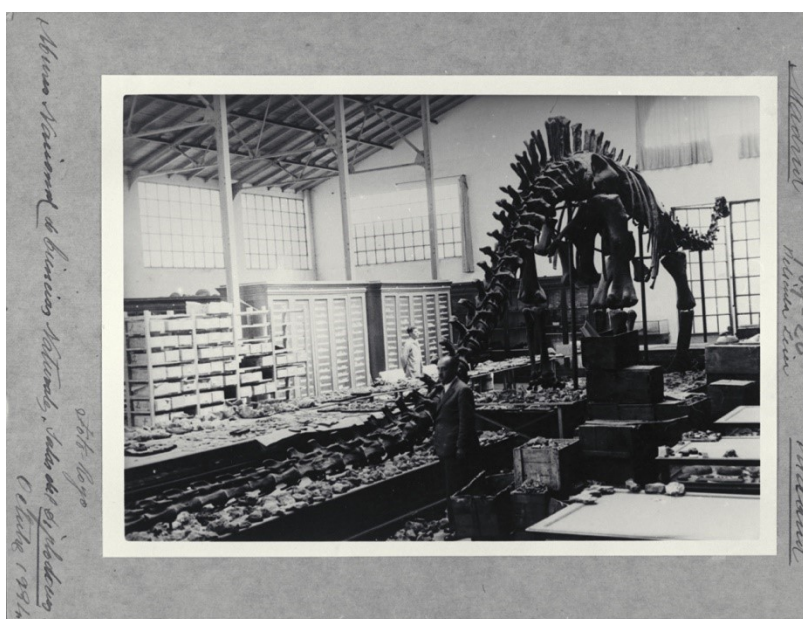


Figura 51. Diplodocus Carnegii



El Museo cerró por reformas entre 1931-1935 al haberse extendido casi a la totalidad de la superficie del ala sur que ocupaban la Guardia Civil y el Museo del Traje Regional, instalando en estas zonas las colecciones de geología, prehistoria y paleontología. La inauguración tuvo lugar el 1 de octubre de 1935 (Aragón, 2014).

El cuarto período comienza con la Guerra Civil Española (1936-1945) y se extiende hasta el año 1984.

Parte del directivo se trasladó durante la contienda a la Delegación de Valencia, quedando al frente del Museo Antonio de Zulueta (1885-1971). A pesar de la situación, el Museo continuó funcionando durante la Guerra. De hecho, la dirección del Instituto Nacional de Ciencias Naturales, siguiendo la orden de evacuar dirigida por el Gobierno, se trasladó a Valencia, donde se habían habilitado unos laboratorios en septiembre de 1937 para albergar al personal cuya estancia en Madrid no fuera indispensable a fin de salvaguardar las colecciones (Aragón, 2014).

La Junta de Defensa del Tesoro Nacional, también conocida como Junta de Incautación, fue una comisión creada durante la Guerra por el gobierno de la República para la protección y salvamento del tesoro nacional. Su función era la de recopilar todo el patrimonio posible, inventariarlo y salvaguardarlo de expolios, vandalismos y los desastres de la guerra. Entre estos tesoros compuestos por esculturas, pinturas y otros, también estaban los fondos del Museo. Para proteger las colecciones, parte del fondo bibliográfico de mayor valor de la biblioteca del Museo se trasladó a la iglesia de San Francisco el Grande (Aragón, 2014).

Las colecciones más valiosas se trasladaron al Banco de España (Diehl, s.f.). Las colecciones de taxidermia más importantes del Museo de Ciencias se depositaron en el Museo del Prado entre el 20 y el 30 de diciembre de 1937 y el 17 de Junio de 1938 para su salvaguarda junto con otras privadas (MNCN, 1937); entre ellos, varios grupos biológicos y ejemplares de la Colección Medinaceli, la Colección Olivares, o la Colección Fernández Villota, que fueron depositados en el Museo de Ciencias. En total fueron 76 vitrinas (Museo del Prado, 1937; Aragón, 2014). Estas actuaciones proporcionan una idea del valor que en esos momentos tenían las colecciones de animales montados (Aragón, 2014, p. 236). Todas estas colecciones regresaron tras la contienda a sus propietarios legítimos, demostrando que el trabajo hecho por la Junta de Incautación había salvado muchas piezas y creado una documentación de un valor documental incalculable como son sus inventarios, aunque haya que lamentar episodios oscuros como la desaparición de las monedas de oro del Museo Arqueológico Nacional (Almagro, 2008) entre otros hechos vergonzosos.

Al finalizar la contienda, todos los centros pertenecientes a la Junta para la Ampliación de Estudios, pasaron a depender del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, creado en 1939. El Museo fue dividido en tres Institutos: El Instituto de Geología Lucas Mallada, el Instituto de Entomología y el Instituto de Zoología José Acosta (MNCN, s.f.).

Respecto a los miembros de la institución, tras la depuración se permitió continuar en sus puestos a quienes no eran considerados fieles a la República. Entre este personal se encontraban los hermanos Benedito. (Rubio Aragonés, 2001, citado por Aragón, 2014) Sin embargo, Ignacio Bolívar no corrió la misma suerte y con 89 años tuvo que exiliarse a México, donde murió 5 años después (Aragón, 2014). A Bolívar se le reconoce por el impulso que dio a la Institución, por fomentar la investigación y la

divulgación de las Ciencias Naturales a través de, entre otros medios, de los grupos biológicos y de las piezas naturalizadas por los hermanos Benedito cuya creación, él promovió (Aragón, 2014).

En esta época, la plantilla del personal no creció y las colecciones sufrieron pérdidas, desorden y deterioros.

Por otro lado, se crearon nuevas naturalizaciones, una sala de Geografía Física y se llevaron a cabo diversos estudios documentales en los fondos del museo por la archivera María Ángeles Calatayud, así como los catálogos y documentos del Real Gabinete.

Durante la quinta época, la denominada de renovación, se decidió a finales de 1984 la reunificación del Museo de Ciencias y los Institutos de Entomología y de Geología. Es declarado dentro del CSIC "Centro Singular" por su importancia histórica y científica, y por su status de Museo Nacional.

En este período no solo se le dota de mayores recursos humanos, sino que también se acrecienta y expande el espíritu investigador y de exhibición, dándose a conocer por medio de actividades educativas y de exposiciones temporales, permanentes e itinerantes.

Además, en el Museo existe un gran interés por cuidar y recuperar la documentación existente, adjunta o relacionada con las colecciones, pasando a informatizarse muchos de estos datos, lo que se refleja en las bases de datos del Museo, entre otros medios documentales.

También durante este tiempo se crea el Servicio de Documentación, que integra a la Biblioteca, el Archivo y el laboratorio de Restauración de Papel. Dichos fondos se incorporan a la Red de Bibliotecas del CSIC, donde pueden consultarse por medio de Internet. Además, se crea la Mediateca, y en colaboración con la Red de Bibliotecas del CSIC, se abre una tienda Virtual, donde pueden comprarse fotografías pertenecientes a la colección fotográfica correspondiente a La Comisión Científica de Pacífico. Además, se establecen normas para el préstamo y la reproducción de fondos.

Como se verá en el capítulo de deterioros, esta época no fue del todo esplendorosa, si nos ceñimos al objeto de esta tesis: las colecciones de especímenes montados y grupos biológicos, ya que muchos de ellos fueron deshechos o desmontados.

## EL MUSEO HOY

Hoy en día, el Museo depende directamente del CSIC.<sup>165</sup> En el año 2000 junto con el CSIC pasó a formar parte del nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología dependiendo de la Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica.

Desde Marzo del 2004 se han producido profundas variaciones en el CSIC que afectan directamente al futuro del Museo. De estas transformaciones, puede destacarse el cambio de situación jurídica del CSIC hacia Agencia Estatal, y que al Patronato se incorporó a los Ministerios de Cultura y Medio Ambiente. Actualmente el Museo continúa dependiendo del CSIC adscrito a su vez al Ministerio de

---

<sup>165</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



Economía y Competitividad (MINECO) a través de la Secretaría de Estado de Investigación, desarrollo e innovación (MINECO, s.f.).

El Museo es uno de los espacios más importantes para el desarrollo de la cultura científica dada la prolífica actividad que desarrolla, entre las que se encuentran cursos, seminarios, accesos a consultas, divulgación, etc. Sus líneas de investigación abarcan varios campos, como el estudio de la diversidad animal y geológica, que además se está aplicando en los últimos años a la preservación de especies en peligro y del medio ambiente, como se ha indicado en el capítulo 5.

El Museo se encuentra dividido en una serie de secciones y departamentos (MNCN, s.f.):

La Vicedirección de Investigación se compone de departamentos, laboratorios, estaciones de campo y el servicio de publicaciones. Éstos desarrollan numerosas actividades entre las que se encuentran publicaciones, congresos, convenios y contratos, tesis, etc.

La Vicedirección de Colecciones y Documentación es la encargada de gestionar todas aquellas actividades relacionadas con las colecciones y la unidad de documentación y, dividida en tres secciones, se encarga de la gestión y salvaguarda de todo el servicio documental.

La falta de espacio condiciona las actividades que se pueden realizar en el Museo y sobre todo la posibilidad de tener una gran exposición permanente.

Otro dato a tener en cuenta es la carencia de recursos económicos que, como ya se comentará más adelante, son escasos, lo que impide costear el utillaje y operativo que necesitan las salas expositivas y dificulta el estado de conservación del material existente.

Actualmente, en el Museo existen las siguientes colecciones permanentes:

- Jardín de Piedras.<sup>166</sup>
- Mediterráneo, Naturaleza y civilización.<sup>167</sup>
- El Real Gabinete de Historia Natural.<sup>168</sup>
- El jardín educativo del monte mediterráneo.<sup>169</sup>
- Minerales, Fósiles y Evolución Humana.<sup>170</sup>
- Biodiversidad.<sup>171</sup>

---

<sup>166</sup> Conjunto de troncos fosilizados y rocas expuestos al aire libre, la mayoría de ellos provenientes de la Comunidad de Madrid.

<sup>167</sup> Exposición montada en el año 2002 tras desmontar la exposición permanente “Al ritmo de la naturaleza” que presentaba problemas de mantenimiento y de conservación.

En esta muestra se encuentran los mejores ejemplares de los fondos del Museo, en especial la fauna ibérica. La fauna marina ocupa un lugar señalado dentro de la exposición destacando el calamar gigante encontrado en las costas de Fuengirola, donado por el Centro Oceanográfico de Málaga y conservado en una vitrina cuadrangular imbuido en una solución de etanol. Se exhibe la fauna más destacada del medio marino y terrestre, tanto fósil como “viva”, y una serie de dioramas que escenifican los principales paisajes mediterráneos.

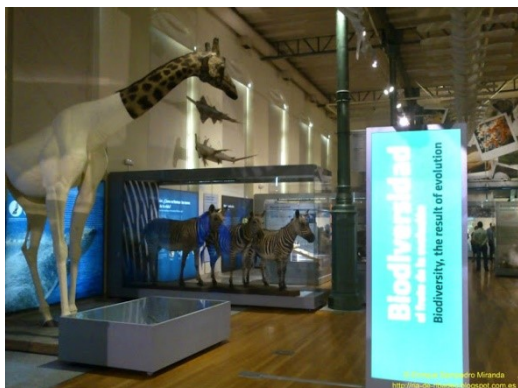
<sup>168</sup> Recrea el ambiente del Real Gabinete creado por Carlos III, donde se pueden encontrar algunas de las piezas conformadoras de dicho proyecto: minerales, insectos, fósiles, anfibios, etc. además de fotografías facsímiles de las expediciones organizadas para reunir las piezas, diarios, etc.

<sup>169</sup> El edificio del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) está rodeado por un jardín xerófilo, propio de la región mediterránea que reflejan no sólo la flora autóctona de la Región Central, sino la de un gran número de comunidades peninsulares.

<sup>170</sup> Importante selección de piezas algunas nunca expuestas al público hasta ahora.

<sup>171</sup> Exposición permanente inaugurada en 2012, “en cierto modo heredera de lo que fueron las populares de zoología”. (Aragón, 2014).

- ¡¡¡Pon un dinosaurio en tus manos!!!<sup>172</sup>
- Esqueleto de ballena rorcual.<sup>173</sup>



**Figura 52. Exposición permanente Biodiversidad**



**Figura 53. Esqueleto de la Ballena Rorcual**



**Figura 54. Exposición permanente Minerales, Fósiles y Evolución Humana**

Hasta 2014 también existía el Almacén visitable, donde se exponían cientos de especímenes montados. Actualmente este espacio está cerrado al público.

Desde que el Museo volvió a abrir sus puertas en 1989 se ha desarrollado un continuo programa de exposiciones temporales, primando la producción propia con la intención de acercar al público los fondos existentes, y dar a conocer trabajos de investigación realizados por el Museo.

Se intenta atraer el interés del público con exposiciones monográficas dándose una rotación media de un trimestre por cada exposición cumpliendo de igual manera una función conservadora al no exponer los objetos continuamente. Estas exposiciones son itinerantes.

<sup>172</sup> En la exposición “Minerales, fósiles y evolución humana” se ha instalado la tecnología de la realidad aumentada permitir sostener los dinosaurios en las manos de manera virtual e interactuar con ellos.

<sup>173</sup> Desde el pasado diciembre de 2010 en la Sala de Biología del museo se montó suspendido desde el techo un esqueleto de ballena cedido por el gobierno andaluz. El rorcual mide más de 20 metros y pesa más de 2.500 kilos.

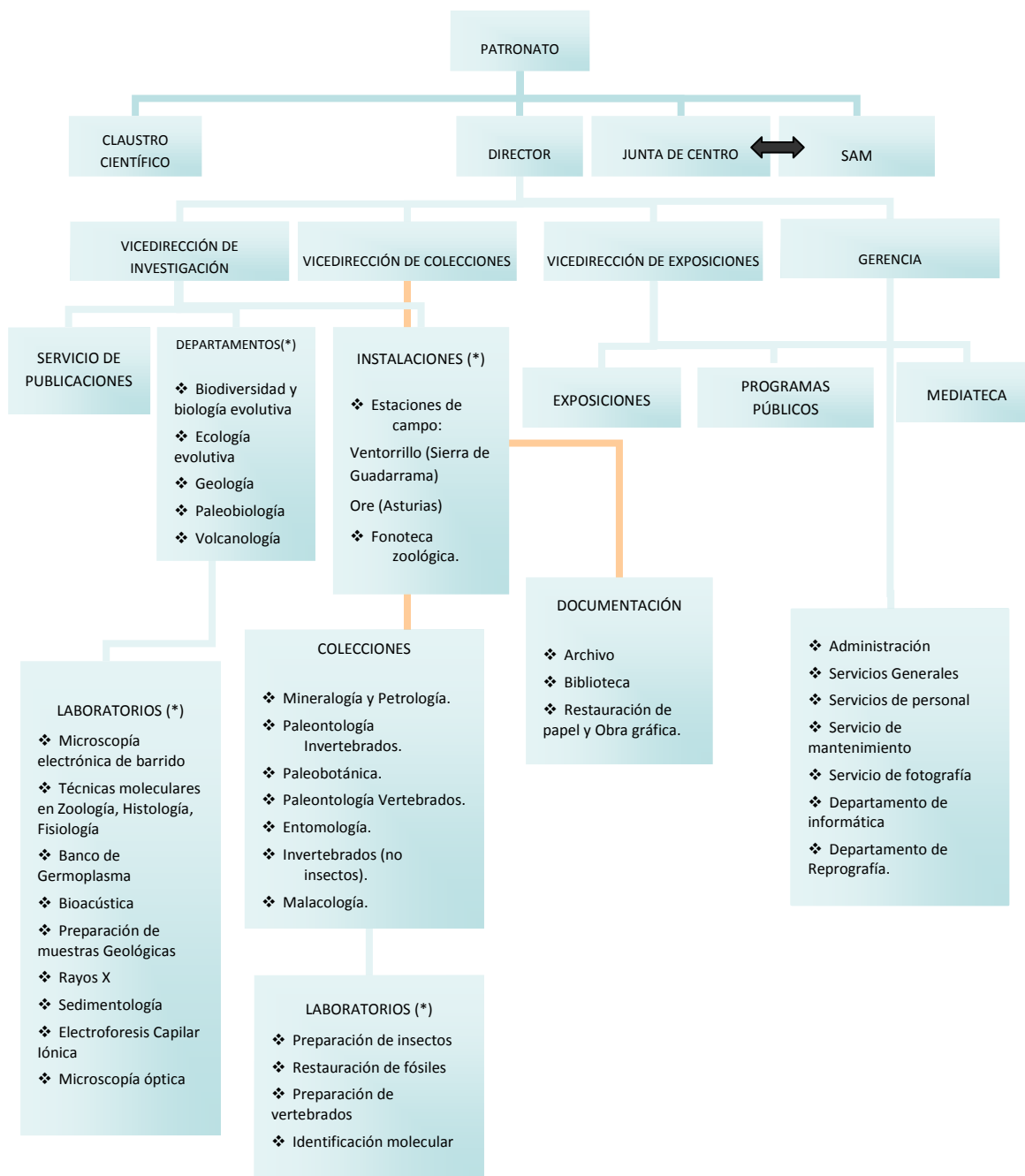


Figura 55. Diagrama de la composición del MNCN-CSIC

## 9.2 COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA COLECCIÓN DE AVES Y MAMÍFEROS EN EL MNCN

Realmente, como ha podido observarse, existen numerosas maneras de organizar las colecciones naturales. La forma en la que se describe aquí no es la forma real en la que se encuentran

organizados. De hecho unos ejemplares se encuentran en los almacenes del Museo<sup>174</sup>, otros en el almacén de Arganda<sup>175</sup>, otros tantos en las salas expositivas del Museo<sup>176</sup>, otros depositados en otros recintos, otra parte en la colección criogenizada, etc. Pero en este caso se quieren describir todos los elementos relacionados con la colección de aves y mamíferos del Museo ya que siempre aportará una visión de conjunto que ayudará a entender la idiosincrasia de las colecciones naturalizadas.

En este caso se empleará la ordenación según la forma de conservación<sup>177</sup>.

### 9.2.1 Número de ejemplares y procedencia

La mayoría de los ejemplares de la colección provienen del territorio español<sup>178</sup>, así como de zonas de influencia española (áreas coloniales) como Latinoamérica, Norte de África, Filipinas y Guinea Ecuatorial.

La colección se subdivide a su vez en dos partes; por un lado se encuentra la Colección de Aves y por otro la de Mamíferos.

#### **Colección de Aves.**

En el año 1997 estaba constituida por 30.000 ejemplares, conservados en forma de pieles<sup>179</sup>, esqueletos<sup>180</sup>, huevos y nidos, y por otro lado ejemplares enteros introducidos en fluido.<sup>181</sup>

Se encuentran inventariados e informatizados un 87,4 % de la colección frente al 76,2 % en 1997 (Barreiro, 1997).

Taxonómicamente, se encuentran representados todos los órdenes de aves, de ellos 162 familias, 1.223 géneros y 2.660 especies. Los ejemplares españoles comprenden todas las Comunidades Autónomas, siendo un total de 12.400 ejemplares, pertenecientes a 75 familias y 380 especies (MNCN, s.f.).

<sup>174</sup> Los ejemplares montados más valiosos y las colecciones de estudio como pieles y huesos.

<sup>175</sup> La mayoría de los especímenes montados y la colección de fluido.

<sup>176</sup> En las exposiciones permanentes mediterráneo por ejemplo se encuentran varias vitrinas (grupos biológicos) de los Hermanos Benedito, así como en la exposición Biodiversidad, ejemplares sueltos como el elefante africano cazado por el Duque de Alba en 1913.

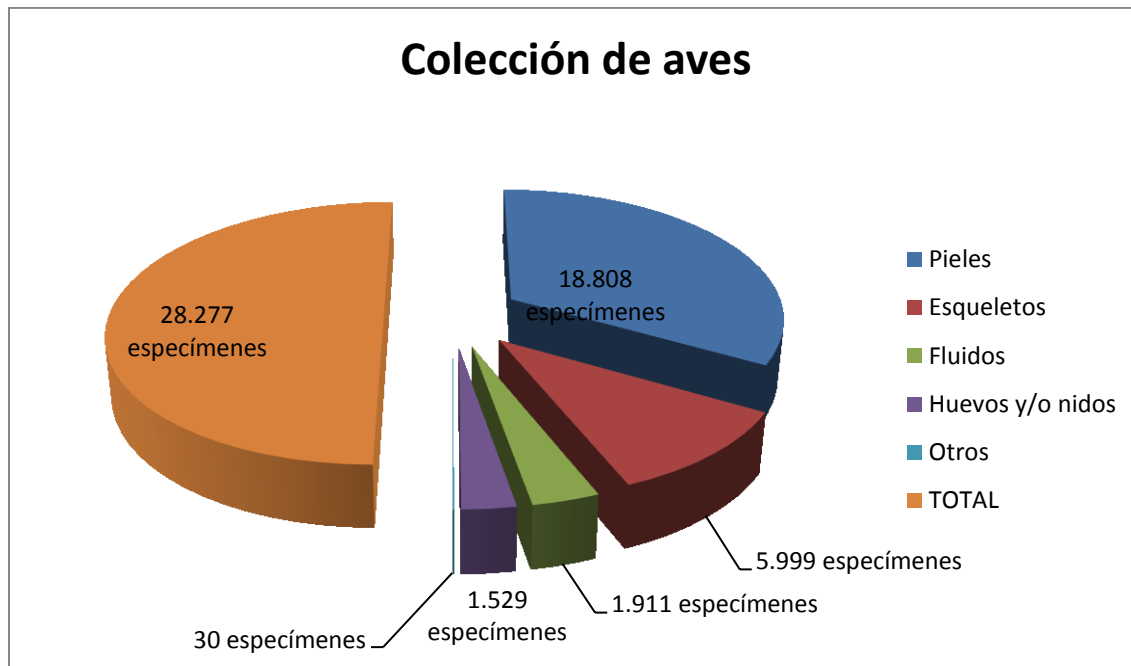
<sup>177</sup> En el capítulo 5 se explicó que se pueden clasificar las colecciones de muchas maneras, entre ellas los grupos zoológicos a los que pertenecen, la función de la colección y la forma de conservación y preparación (Barreiro, J., 2003).

<sup>178</sup> Alrededor de un 40 % en el caso de las aves y de un 60 % en el caso de mamíferos.

<sup>179</sup> Naturalizadas o preparadas para estudio científico.

<sup>180</sup> La mayoría se guardan desarticulados.

<sup>181</sup> Hoy en día el formol ha sido sustituido en su mayoría por etanol al 70 %.



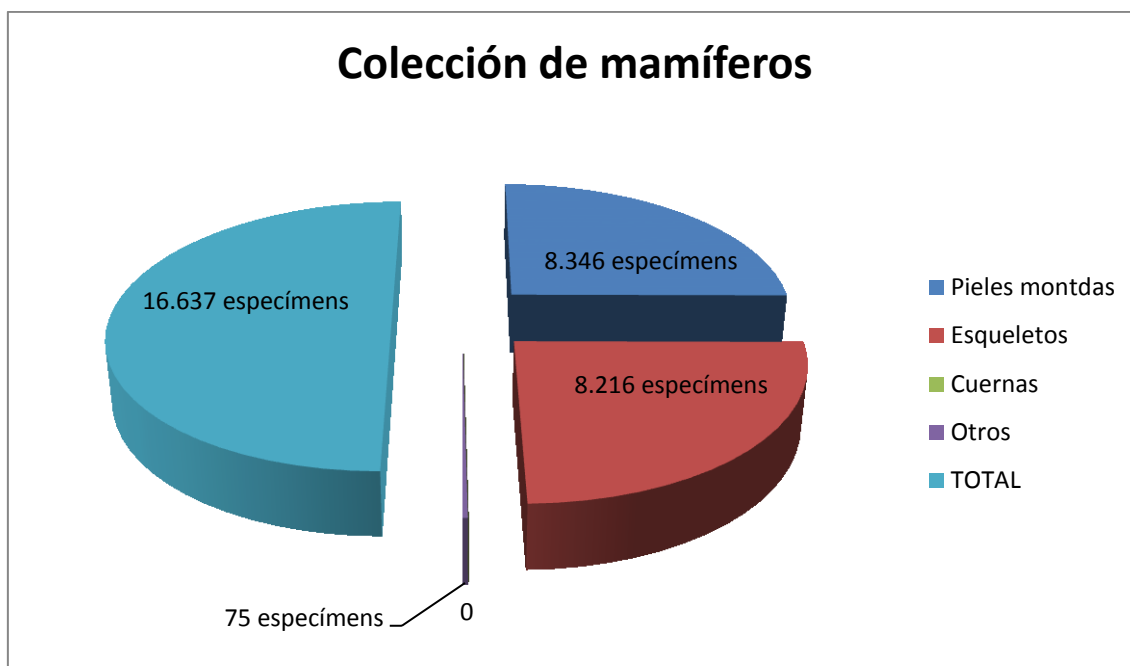
**Figura 56. Diagrama con la composición de la Colección de aves**

### **Colección de Mamíferos.**

Está constituida aproximadamente por unos 27. 000 ejemplares conservados como pieles naturalizadas o de estudio, esqueletos desarticulados y montados, y ejemplares enteros sumergidos en alcohol etílico al 70 % de concentración.

El 71 % de la colección se encuentra inventariada e informatizada.

Se encuentran representados ejemplares de los 20 Órdenes de la clase Mammalia, de 110 familias, 401 géneros y 886 especies. De España existen 13.746 ejemplares pertenecientes a 7 órdenes, 30 familias y 111 especies (MNCN, s.f.)



**Figura 57. Diagrama con la composición de la Colección mamíferos**

### 9.2.2 Tipos de piezas y formas de conservación

Cómo se ha indicado en el capítulo 6, ambas colecciones pueden estar organizadas de diferentes maneras, según el tipo de conservación, naturaleza, etc. De esta manera puede establecerse la siguiente clasificación:

#### **Colecciones en seco**

##### **Colecciones de pieles (pieles de estudio).**

Es más normal que se conserven de esta manera las pieles de mamíferos y aves que las de otro tipo de animales ya que son pieles más delicadas y difíciles de preparar.

Una vez sacrificado el animal se le retira la piel y ésta es sometida previamente a un proceso de lavado para posteriormente curtirla y desinfectarla.

Este tipo de colecciones se emplea principalmente para el estudio de la morfología externa, patrones de diseño, coloración y muda de los especímenes. Hoy en día, con la evolución de los procesos de investigación genética, se emplea también para estudios moleculares con PCR<sup>182</sup>(Barreiro et al., 1994).

<sup>182</sup> Prueba molecular de la reacción en cadena de la polimerasa





**Figura 58. Colección de pieles de estudio. MNCN**

### **Naturalizaciones (pieles montadas)**

Este tipo de preparación es la que ocupa la presente investigación (taxidermia) y se desarrollará en detalle más adelante.

Las pieles también son empleadas con una estructura interna de sujeción, imitando a un animal vivo. Generalmente las pieles más frescas se dedicaban a animales montados, y las menos “frescas” a pieles de estudio (Aragón, 2014). Por otro lado, las pieles de los ejemplares montados deteriorados se han conservado como pieles de estudio una vez desmontadas. Tal es el caso de la jirafa de Benedito, que sufrió deterioros estructurales y de la piel debido a una gotera y durante su restauración se retiró casi la totalidad de la piel (salvo en la cabeza y el cuello) y se guardó como piel de estudio, dejando el espécimen a medio cubrir para que se viera el cuerpo de escayola. Actualmente la jirafa se expone de esta manera en las salas del museo (Castelo Vicente y Barreiro, J., Com. personal, 2014).

### **Colecciones de huesos**

Son aquellos esqueletos o parte de ellos, en los cuales se desechan las partes blandas y elementos que puedan alterarse, como cartílagos, músculos, etc. Éstos son sometidos a procesos de descarnado, desengrasado y limpieza.

Este tipo de colecciones se suele emplear en estudios de morfometría, anatomía comparada y morfoecología.

De la misma manera que en el caso anterior, se utilizan montados también para su exhibición. (Barreiro, J. 2003).



**Figura 59. Colección huesos. MNCN**

#### **Otras colecciones en seco**

Engloba a todos aquellos elementos no descritos con anterioridad, como nidos, huevos, preparaciones microscópicas de tejido<sup>183</sup>, oolitos, etc...

Se emplean para estudios morfológicos, citogenéticos, etológicos o de análisis de pesticidas. (Barreiro et al. 1994).

También se conocen como *ancillary collections*.



**Figura 60. Huevos. MNCN**

#### **Preparación para microscopio.**

Sobre todo se emplean para el estudio de invertebrados o algunas de sus partes, debido a su pequeño tamaño. Son colecciones conservadas principalmente para uso científico. Son muestras montadas en portaobjetos de cristal, incluidos en fluidos conservantes o doradas para su estudio morfológico con microscopio electrónico de barrido. (Barreiro, 2003).

#### **Colecciones criogénicas**

<sup>183</sup> Ésta se reseña aparte según la ordenación dada en 2003 por Josefina Barreiro.

Son colecciones de ejemplares, tejidos u órganos congelados (Dessauer, 1984, citado por Barreiro, 2003). Los rangos de temperatura en la que se conservan van desde  $-170^{\circ}\text{C}$  a  $-20^{\circ}\text{C}$  según la utilidad (Barreiro, 2003). Se emplean para trabajos a nivel molecular que necesitan ejemplares que no hayan sido tratados con ningún producto que altere la estructura de las moléculas, ya que inclusive algunos productos narcotizantes empleados durante el sacrificio podrían deteriorar las proteínas o los ácidos nucleicos. (Barreiro et al., 1994).

### **Material liofilizado**

Tipo de sistema de conservación que se usa tanto para invertebrados como para vertebrados. Se pueden conservar tanto los especímenes enteros como órganos o muestras de tejido. Cuando se emplea para preparar material expositivo se ha de colorear posteriormente pues se pierde bastante el color original aunque conserva muy bien su morfología (Barreiro, 2003).

### **Colecciones en fluido**

#### **Ejemplares en fluido**

Aquellos ejemplares enteros o parte de ellos que son conservados en una solución líquida, de acción conservante<sup>184</sup>. En función del espécimen a conservar se empleara un tipo de líquido preservativo u otro, con unas proporciones variables, y ciertos aditivos para evitar mayores deterioros como antioxidantes, neutralizadores de acidez, etc.

Este tipo de conservante se puede emplear en cualquier colección, aunque habitualmente se ha empleado más para reptiles, anfibios y peces. También se ha utilizado en conservación de vertebrados, como en aves y mamíferos, tanto de ejemplares de adultos, como de huevos o larvas en caso de otro tipo de especies.

El material conservado de esta manera se emplea para el estudio de la morfología, fisiología, alimentación y parasitismo de animales, en colecciones de vertebrados. (Barreiro et al., 1994)

#### **Tinciones**

Se trata de un tipo especial de preparación en fluido. Son colecciones donde se conserva el esqueleto o partes de éste, articulado mediante los cartílagos. Tanto huesos como cartílagos se tiñen de diferente color y se transparentan los restos musculares. Se conservan en glicerina y se emplean para trabajos de morfología interna, ontogénesis y evolución (Barreiro et al., 1994).

### **Otros elementos a tener en cuenta**

No constituyen una colección en sí misma, pero se incluye aquí ya que se encuentra inventariada y forma parte de los fondos del Museo. Su información es vital para entender muchos aspectos sobre la documentación y conservación de los ejemplares naturalizados.



**Figura 61. Mono conservado en fluido. MNCN**

---

<sup>184</sup> Antiguamente se empleaba formol pero dada su toxicidad se fue sustituyendo por etanol.

### Reproducciones y copias.

Las reproducciones y copias están inmersas dentro de las colecciones, forman parte de los objetos expuestos al público o se realizan para intercambios y/o donaciones a otras instituciones. También se hacen con un fin de preservación, evitando el contacto directo que se realiza durante las consultas o en exposiciones. (Alberdi, Gómez-Alonso, Gutiérrez del Solar, 1994). En otras ocasiones las copias se realizan con el fin de efectuar exámenes morfológicos con MEB y así evitar la "destrucción" de la pieza al ser dorada o cubierta con carbono.

Los departamentos que más reproducciones y copias hacen son el de Restauración de fósiles y el de Restauración de Documento gráfico, realizando facsímiles de libros, fotografías, etc.

Entre estos facsímiles, puede destacarse el del *Diplodocus Carnagei*, donado por Dale Carnegie que ya se ha citado, cuando en 1913 escogió el Museo de Ciencias junto con otros siete para enviar una réplica del esqueleto de un *Diplodocus* realizado en escayola por medio de un molde. Existen otras réplicas de esqueletos de dinosaurios en las salas expositivas del Museo.

Por otro lado, era muy común en el siglo XVIII la reproducción de vísceras y otros elementos en cera de diversos animales. En el año 1789, D. Ignacio Lacaba, disecador del Colegio de Cirugía de San Carlos, presentó al Rey un memorial ofreciéndose para preparar en cera o por corrosión modelos de anatomía humana y zoológicos (Barreiro, 1944).

Otra reproducción significativa es aquella realizada en escayola en el siglo XIX de una cabeza, una pata y un hueso de pájaro Dodo del ejemplar existente en el Museo de Ciencias de Londres.



**Figura 62. Reproducción en escayola de la cabeza, una pata y un hueso del Dodo de Mauricio. MNCN**

### Moldes de reproducción

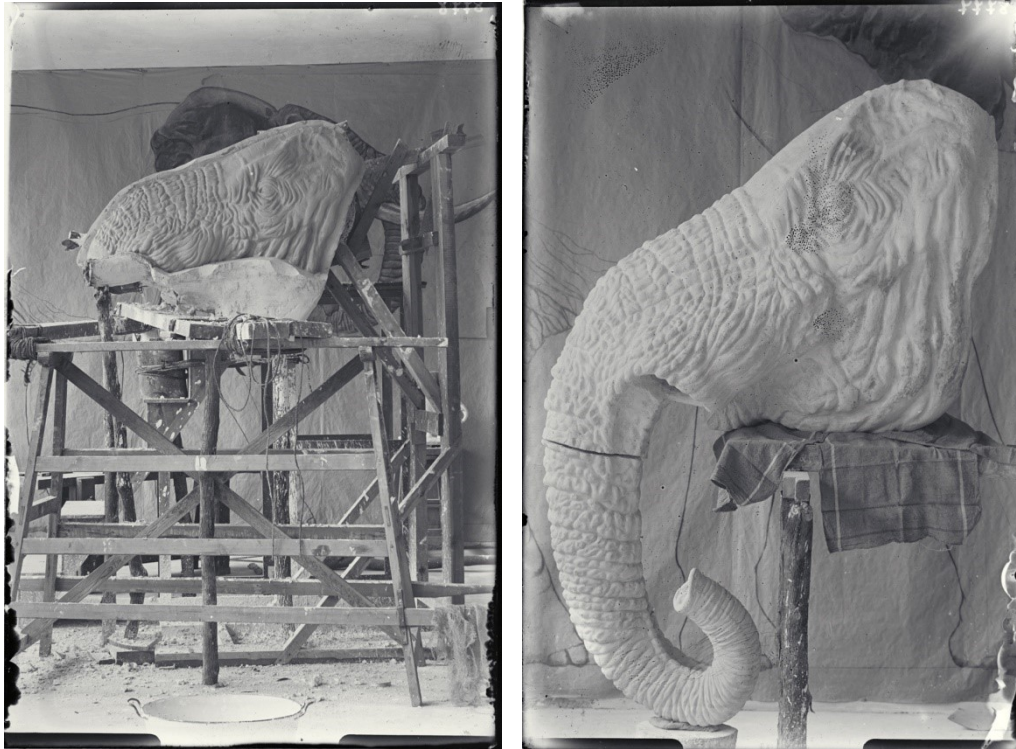
Se trata en su mayoría de los moldes que se empleaban para hacer los cuerpos de las naturalizaciones, de grandes mamíferos principalmente<sup>185</sup>. Éstos se han perdido casi en su totalidad,

<sup>185</sup> Dermoplastia



salvo algunas piezas que se encuentran almacenadas en el almacén de Arganda, esperando su restauración.

El molde más conocido fue el del Gran elefante de los Hermanos Benedito, que se partió por la acción del agua de una gotera. Posteriormente desapareció y se desconoce su paradero.



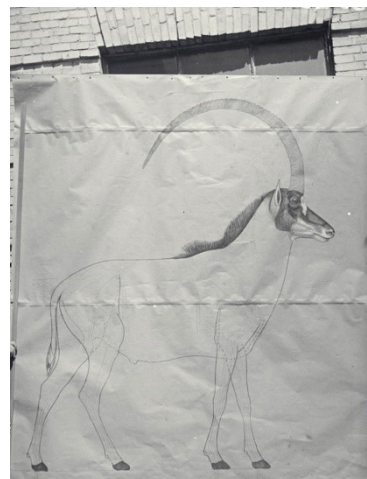
**Figura 63. Molde y reproducción en escayola de la cabeza del elefante africano realizado por Luis Benedito**

### **Bocetos**

En este apartado se incluyen los bocetos que utilizaban los taxidermistas durante la elaboración de sus piezas, tanto modelos escultóricos en distintos materiales como dibujos. Los modelos escultóricos los conservan los taxidermistas, pero sí se conservan por ejemplo las siluetas de cartón articuladas usadas para la realización del elefante africano realizado por Luis Benedito en 1913 u otros bocetos en papel de estraza y cartón.



**Figura 64. Dibujo a tamaño natural del elefante africano**



**Figura 65. Boceto para el antilope sable**

### **Material y herramientas del laboratorio de taxidermia**

Apenas quedan objetos del laboratorio de taxidermia, ya que con la remodelación del Museo en la década de los 80 y el cierre del laboratorio todo aquello se desechó, salvo algunos materiales que pudieron salvar los empleados, como elementos de relleno, algunos ojos de vidrio, herramientas<sup>186</sup> o la mesa de preparación.

De los pigmentos y pinturas que empleaban los Hermanos Benedito para pintar las naturalizaciones ha quedado constancia en los diarios, notas de taller y facturas existentes y Luis Castelo Vicente recuerda las cajas de pinturas que en principio conservó y que más tarde desaparecieron y seguramente se tiraron traspapeladas en la época de reformas en los años 80.

También se conservan sacos con distintos tipos de fibras que se utilizaban, entre otras funciones, para hacer los rellenos de los especímenes naturalizados, especialmente las aves.



**Figura 66. Distintos tipos de relleno del laboratorio de taxidermia del MNCN.**

<sup>186</sup> Entre estas herramientas se pueden citar cuchillos de curtir, martillo, serruchos, escoplos.



**Documentación asociada**

Aquí se incluyen las etiquetas identificativas<sup>187</sup> o aquella documentación referida a los especímenes donde puede incluirse la Base de datos del Museo.

Aunque no pertenecen directamente a la colección, también existe en el Museo una fonoteca y en el archivo dibujos, fotografías y documentación sobre la colección, así como los inventarios históricos.

<b>ESQUEMA RESUMEN. TIPO DE COLECCIÓN/FORMAS DE CONSERVACIÓN</b>		
<b>Colecciones en seco</b>	<b>Colecciones de pieles</b>	<b>Pieles de estudio</b>
		<b>Pieles montadas</b>
	<b>Colección de huesos</b>	<b>Esqueletos desarticulados</b>
		<b>Esqueletos montados</b>
	<b>Otras colecciones en seco</b>	
	<b>Preparación para microscopio</b>	
	<b>Colecciones criogénicas</b>	
	<b>Material liofilizado</b>	
<b>Colecciones en fluido</b>	<b>Ejemplares en fluido</b>	
	<b>Tinciones</b>	
<b>Otros elementos a tener en cuenta</b>	<b>Reproducciones y copias</b>	
	<b>Moldes de reproducción</b>	
	<b>Bocetos</b>	
	<b>Material y herramientas del laboratorio de taxidermia</b>	
	<b>Documentación asociada</b>	

<sup>187</sup> Las colecciones del Museo constan de dos etiquetas: la antigua y la nueva.

### 9.3 COLECCIÓN DE ANIMALES NATURALIZADOS<sup>188</sup>

#### 9.3.1 Número de especímenes y distribución

Como ha podido observarse anteriormente, los especímenes montados son aquellos realizados principalmente con fines divulgativos y expositivos y entran a formar parte de los fondos del museo desde diversas vías: a través de donaciones, compras, realizadas por los taxidermistas del Museo, intercambios, trabajos de alumnos aventajados de las clases de taxidermia, depósitos, etc.

Actualmente, dentro de las colecciones de aves y mamíferos se encuentran 3162<sup>189</sup> especímenes montados en total, muchos de ellos sin fechar, que comprenden periodos desde el siglo XVIII hasta nuestros días.

Esta colección está constituida fundamentalmente por piezas del siglo XX, realizadas muchas por los hermanos Benedito, y proceden la mayoría del territorio español y de zonas de influencia colonial como Cuba, Filipinas o Guinea Ecuatorial; éstas son principalmente aves y mamíferos de pequeño y mediano tamaño (sobre todo aquellas del siglo XIX)<sup>190</sup>. También existen montados algunos grandes mamíferos africanos como un elefante, una jirafa, una hiena, un león, distintos cérvidos y trofeos de cabezas, fruto de cacerías (algunos naturalizados en el Museo), compras y donaciones.

De esta colección, solo se encuentra expuesto un porcentaje pequeño debido en gran medida a la falta de espacio referida frecuentemente en esta tesis.

A través de los comentarios que refiere Santiago Aragón, hechos por José Gorgoza en 1891:

“uno de los talones de Aquiles del Museo de Madrid: La falta de documentación relativa a la constitución de sus fondos, al carecer la mayor parte de los ejemplares de la información sobre su localidad de origen, fecha de entrada o nombre del colector. Sin dudarlo, las considera de muy escaso valor científico” (Gorgoza, 1891, citado por Aragón, 2014, p. 104).

, puede verse que la falta de información en los especímenes es un mal heredado, aunque un gran número de las piezas que contiene el Museo se podrían datar por medio de la información adjunta, inventarios, facturas u otra datos de archivo, estudios comparativos entre unas piezas y otras y/o por medio de radiografías, analíticas, inscripciones y marcas en las peanas entre otros estudios.

De hecho, es posible que varios ejemplares sean del siglo XVIII, pero esto aún está por determinar.

#### Aves montadas

<sup>188</sup> La información presentada en este apartado ha sido referida por Josefina Barreiro, Conservadora de la Colección de Aves del MNCN, Elena López Errasquin, Conservadora de la Colección de Mamíferos del MNCN, y Luis Castelo Vicente, preparador del MNCN.

<sup>189</sup> Especímenes enteros sin incluir “trofeos”.

<sup>190</sup> Recordar que Cuba y Filipinas se independizaron de España en 1898. Por su parte Guinea Ecuatorial se independizó en 1968.

En relación a las aves, se encuentran montadas 2659, de las que 2644 son pieles y 15 esqueletos. De ellas, 539 se encuentran en vitrinas (137 vitrinas en total, formando grupos biológicos o especímenes sueltos con una ambientación. Esta cantidad de vitrinas por ejemplo no incluye las grandes vitrinas del almacén visitable del Museo).



**Figura 67. Vitrinas del almacén visitable del MNCN**

**Figura 68. Vitrina de avetoro común con recreación del entorno**

A día de hoy (2014), 1642 piezas están sin fechar, aunque se sabe que 311 especímenes corresponden al siglo XIX<sup>191</sup>. En la documentación (Base de datos del Museo), del siglo XIX aparecen reflejados los nombres de los taxidermistas Manuel Sánchez Hernando, Dut (†1871), y Duchén (†1837). También Verreaux como autor de cuatro aves.<sup>192</sup>

Del siglo XX hay 159 especímenes, fechados entre 1900 a 1985. Casi todas las aves montadas del siglo XX están realizadas por los taxidermistas del Museo: José María Benedito, Patón, Llorens y Chaves (Conrado y Ángel).

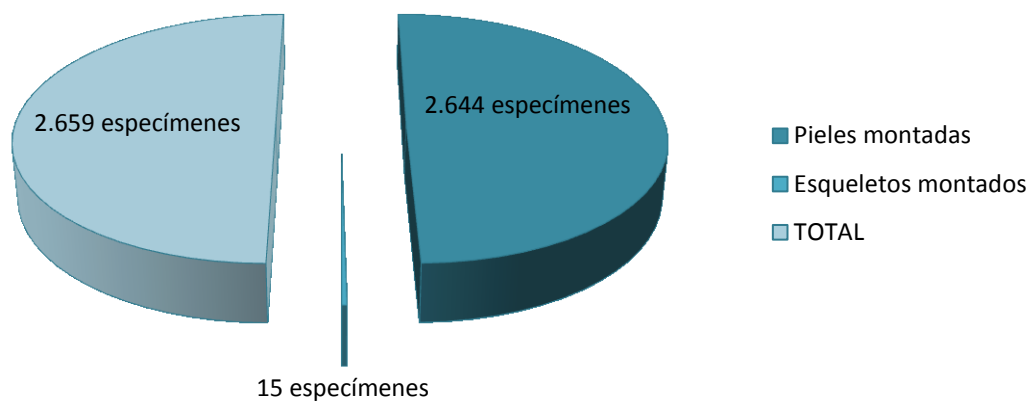
Actualmente, existen 17 esqueletos montados, de los cuales uno es de Duchén. Todos ellos son como mínimo del siglo XIX: Tres están datados en 1841, 1842 y 1848.

**Taxidermia Garoz restauró 1739 especímenes entre el año 2008-2010.**

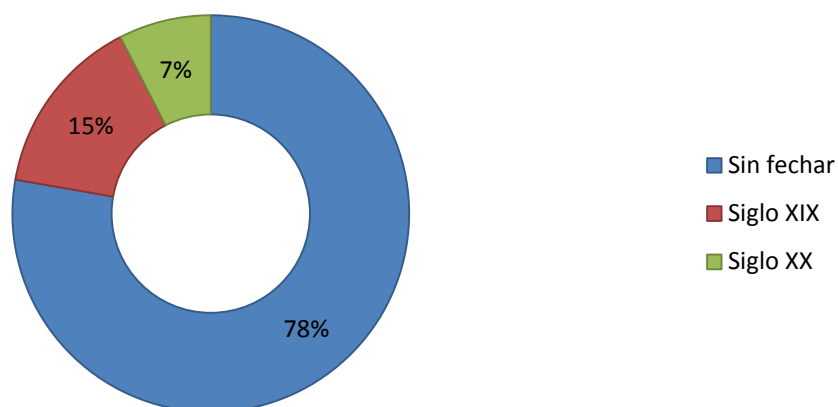
<sup>191</sup> 1841 es la primera fecha que aparece reflejada en la Base de datos del museo, hasta 1897.

<sup>192</sup> Tres de ellas de 1876. Un ave del paraíso "*Paradisaeidae*", con nº de inventario 4977, un cuervo "*Corvidae*" con número de inventario 19792, un bucerótido "*Bucerotidae*", con número de inventario 15991 y un loro sin fecha con número de inventario 7032. Los cuatro especímenes de Verreaux fueron restaurados entre 2008-2010 por Garoz.

### Especímenes montados (Aves)



### Clasificación de aves naturalizadas por época



#### **Mamíferos montados**

Respecto a los mamíferos, se encuentran montados 518 animales enteros<sup>193</sup>, 168 cabezas naturalizadas<sup>194</sup> y 70 esqueletos montados. De ellos, 89 ejemplares se hallan en vitrinas (41 vitrinas en total= grupos biológicos sin contar el almacén visitable del Museo. Las fechas de las vitrinas se encuentran entre 1923 y 1965).

El número de cráneos y frontales es más difícil de determinar.

Sin datos de "preparador" hay 423 piezas de pieles montadas.

Del siglo XIX podemos citar piezas de Duchén (1851), Llorens, Manuel Sánchez, (1860 y 1869). Aunque algunos animales más podrían ser atribuidos a Duchén ya que en algún momento de la historia del museo varios especímenes montados se restauraron y en el proceso se pintaron las peanas donde se encontraban la firma del disecador<sup>195</sup>.

Del siglo XX se encuentran representados taxidermistas de la talla de Gerard & Sons (1918), Rowland Ward, Verreaux y los taxidermistas del Museo como A. Chaves, Manuel Llorens, Luis Benedito, Bru, Julio Patón, Juan Ramón Dut, M.M. Sánchez. O como representante español no adscrito a la plantilla del Museo, el taller de taxidermia Brañosa entre otros. De los hermanos Benedito hay naturalizaciones comprendidas entre 1907 y 1956.

**Así mismo, 623 especímenes se restauraron entre 2008 y 2010 por la empresa taxidermista Garoz.**

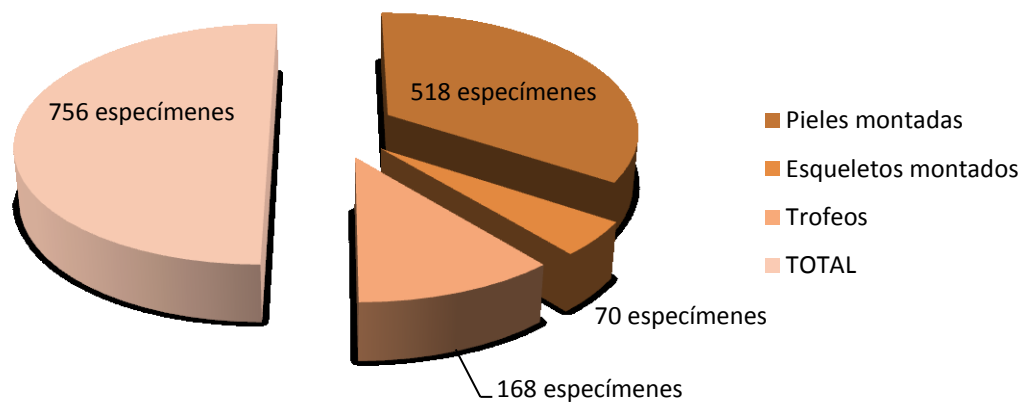
---

<sup>193</sup> Las pieles montadas están realizadas entre 1841 hasta 1988. La última pieza que naturalizó en el Museo fue un dragón de Comodo (*Varanus komodoensis*) por José Luis Benedito (Él hizo poca obra, como unos erizos).

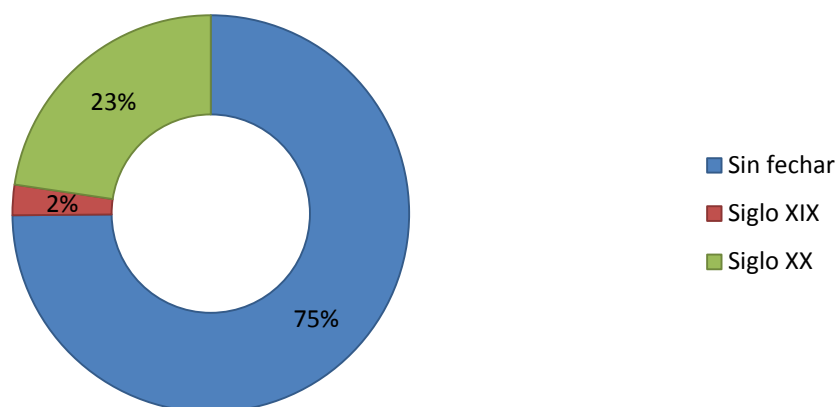
<sup>194</sup> Las cabezas naturalizadas están fechadas desde 1911 (éstas piezas son del Rey S. M. Alfonso XIII, 2 pirenaicas, hay un corzo y una de Ibex de esa fecha pero no pone dato del preparador) hasta 2006. De hecho, muchas cabezas son modernas.

<sup>195</sup> Este estudio está pendiente. Se pretende intentar vislumbrar el autor de las piezas por medio de reflectografía IR.

### Especímenes montados (mamíferos)



### Clasificación de mamíferos naturalizados por época





### 9.3.2 Características y descripción de los animales montados

---

Es imposible abarcar en este trabajo la descripción de todos los mamíferos y aves naturalizadas integrantes en la colección del Museo. Por ello, se ha preferido presentar algunas de las piezas más emblemáticas (algunos ejemplos significativos) y algunas otras que puedan dar una ligera idea de la composición y situación de dicha colección.

De estos ejemplares, se describirán aquellos que son valiosos por su valor biológico, al ser animales extintos o excepcionales, por su antigüedad, calidad, prestigio del taxidermista que los realizó, o por ser un emblema para el museo o la ciudad de Madrid, tomando de referencia también la descripción que hace Menéndez Chacón en 1967 de los animales emblemáticos del museo a los que se añaden algunos otros:

En la sección de zoología, donde están representados todos los Continentes, destacan el famoso toro de Veragua; la jirafa y el elefante africano regalados por el duque de Alba, famosos este último por su tamaño, que ronda los cuatro metros de alzada; el antílope negro con el que el conde de Yebes batió en Angola el "record" mundial en la caza de esta especie; el elefante malayo que fue regalado a Carlos III, las capras y rebecos regalados por Don Alfonso XIII...(Menéndez-Chacón, 1967, p. 58).

Cómo se ha indicado a grandes rasgos en capítulos anteriores, gran parte de los montajes realizados (la mayoría por los Hermanos Benedito), fueron desmontados en la década de los 80.

En el Museo de Ciencias Naturales no se naturaliza desde el año 1990, momento en que pidió la excedencia su último taxidermista José Luis Benedito Bruño (1959-2011), y los especímenes existentes más modernos provienen de donaciones e incautaciones, desconociéndose en la mayoría de los casos su creador y menos aún sus componentes.

Algunos ejemplares más y otros detalles de los animales presentados aquí irán apareciendo a lo largo de esta tesis con el fin de avalar y describir los temas desarrollados en esta investigación.

Los especímenes aquí presentados se encuentran ordenados por fecha, del más antiguo al más moderno.

#### El Elefante de Java (1778) de Juan Bautista Bru (1740-1799)

Este elefante asiático fue un regalo a Carlos III de los indígenas filipinos. Vino desde Manila en 1771 y murió en Aranjuez el 16 de noviembre de 1777<sup>196</sup>. Fue disecado entre el 17 de Noviembre de 1777 y el 11 de Febrero de **1778**. Es una de las piezas más antiguas del Museo y del mundo y el único naturalizado que se conserva del siglo XVIII. Es un ejemplar especialmente significativo dado su tamaño

---

<sup>196</sup> Información facilitada por Elena López Errasquin

(debe recordarse que en los inicios de la taxidermia solo se conservaban en buenas condiciones mamíferos pequeños y aves).

Actualmente se encuentra expuesto en la exposición permanente del Museo "El Gabinete de Historia Natural", junto a su esqueleto montado, y está considerado como una de las joyas mundiales de la taxidermia científica. Este espécimen es más antiguo que el rinoceronte indio de Luis XV (1710-1774), naturalizado en 1793 por Félix Vicq d'Azyr (1748-1794) y con frecuencia considerado como la primera naturalización de un mamífero de grandes dimensiones. (Aragón, 2014).

El animal está compuesto por un armazón de madera sobre el que se colocó la piel curtida. El proceso de montaje para la realización de la escultura que sería revestida con la piel fue coordinado por el escultor francés Roberto Michel (1720-1786)<sup>197</sup>. Los colmillos del animal disecado se tallaron en madera en sustitución de los originales, que los conservaría el esqueleto montado (Aragón, 2014).



**Figura 69. Elefante asiático. Juan Bautista Bru. Piel montada**

<sup>197</sup> Él mismo cuenta (no sé a quién se refiere) que, en realidad, fue su hermano Pedro, su ayudante en la Academia, el que se encargó del trabajo. (Aragón, 2014)



**Figura 70. Elefante asiático Juan Bautista Bru. Esqueleto montado**

Este ejemplar fue restaurado entre 2008-2010 por Garoz, ya que presentaba grandes grietas en la piel como muestran las fotografías. En el informe<sup>198</sup> de la restauración facilitada por la empresa *Taxidermia Garoz* que se efectuó, no se dan detalles de las operaciones realizadas individualmente en cada espécimen, sino a nivel general, en bloque y por ello se desconoce el tratamiento seguido, pero este tema se desarrollará más en el capítulo correspondiente a la conservación curativa y restauración donde se abordaran los temas de criterios.



**Figura 71. Costura abierta del elefante asiático de Bru**

---

<sup>198</sup> El formato de éste era una Base de Datos Access en la que se adjuntaban datos del ejemplar y la fotografía del estado previo y el final tras la restauración.





**Figura 72. Estado previo (superior) y resultado de la restauración (inferior)**

#### Flamenco rosa (1891). Anónimo

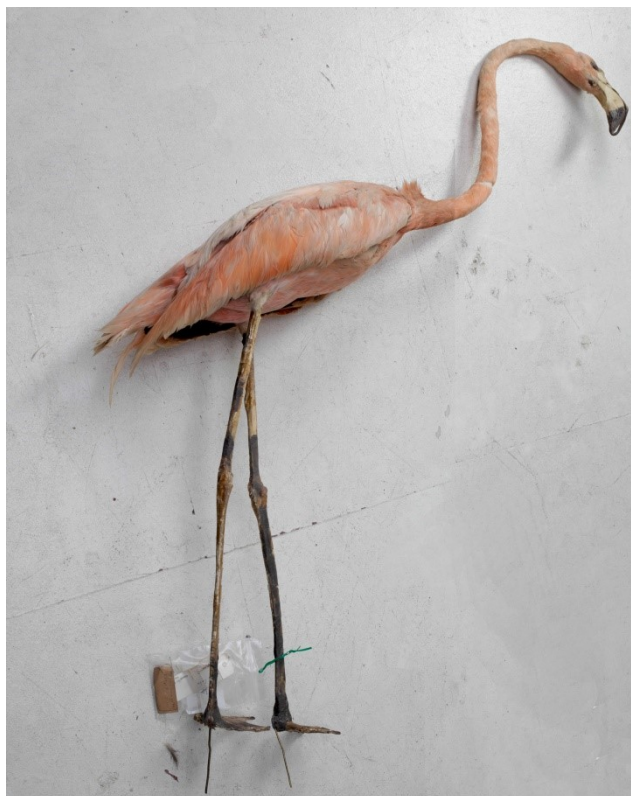
En la colección de animales montados también existen otros especímenes en los almacenes que, si bien no recrean al ser vivo con la fidelidad que se espera en la taxidermia, son el reflejo de un tiempo, de una manera de construir diferente que reflejan la evolución de la técnica y distintas metodologías y materiales, siendo piezas igualmente valiosas como se constatará más adelante.

Tal es el caso de un flamenco rosa, *phoenicopterus ruber*, que fue comprado al Sr. Moreno González en enero de 1891, como indica la etiqueta de identificación, aunque existe otra documentación en el archivo del Museo que podría proporcionar más datos acerca de su origen (Gil et al., 2014).

Actualmente se encuentra en proceso de documentación y restauración por la autora de esta tesis. Durante estos trabajos, se ha podido realizar una radiografía pudiendo ver la composición estructural de la pieza y la distribución del relleno. Así mismo, se han realizado otros estudios analíticos en los que se determinó que el producto empleado para la preparación de la piel podía ser jabón arsenical, que los rellenos, al menos del cuello, es algodón, que la armadura, como caso poco habitual es de latón o que posee un recubrimiento sobre las patas de una mezcla de grasa y cola. (Gil et al., 2014).

Existe más documentación que indica que el vendedor era un médico militar cubano que vivía en una calle de Madrid. En la actualidad, la autora de la tesis doctoral se encuentra investigando la documentación hallada (la etiqueta del ejemplar y los documentos encontrados en el Archivo del Museo).

El estado de conservación del flamenco rosa es deficiente. Se encuentra muy inestable, debido a que la armadura es muy endeble, no tiene base y el cuello está roto, después de haber perdido las plumas también en esta área. En la actualidad se está documentando e investigando la manera de intervenir la armadura sin tener que desmontar la pieza.



**Figura 73. Flamenco rosa. 1891. Anónimo**



**Figura 74. Radiografía del flamenco rosa**

Toro de Veragua (1911), de Luis Benedito (1885-1955)

Esta pieza es una representación de la cultura taurina existente en España. Se trata de un toro de lidia de pelaje berrendo que lleva por nombre "Verdejo." Fue regalado por el Duque de Veragua al Museo (la piel y los huesos) (Rubio, 2001) para que se montara (Aragón, 2014).



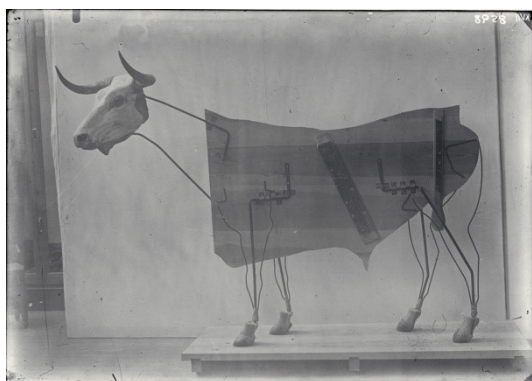
Antes de matarlo de un disparo en el codillo<sup>199</sup> (se le sacrificó expresamente para naturalizarlo), se le hicieron fotografías y se realizó un modelo en barro del natural (NEMO, 1914). Se desolló allí mismo, en el cercado de la finca donde vivía (dehesa). Fue una de las primeras obras donde Luis Benedito utilizó la técnica de dermoplastia.

El periodista que utiliza el seudónimo "NEMO", en su crónica de 1914 sobre el museo hacía esta disertación:

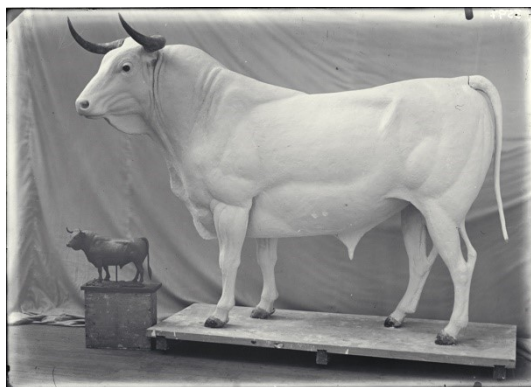
Puede decirse que Verdejo ha sido un toro afortunado, pues su figura atraerá las miradas de muchísimas personas y será admirado sin haber padecido el suplicio que a los toros de lidia se les impone en la plaza. (Nemo, 1914, p. 17).

Verdejo fue muy popular y en 1929 viajó junto con Luis Benedito a la Exposición iberoamericana celebrada en Sevilla "como plato fuerte para la sala que iban a dedicar a la fiesta nacional" (Aragón, 2014, p. 208).

Tuvo que ser restaurado por los Hermanos Garoz entre el año 2008-2010, debido a que presentaba algún descosido y grieta pronunciada en la piel.



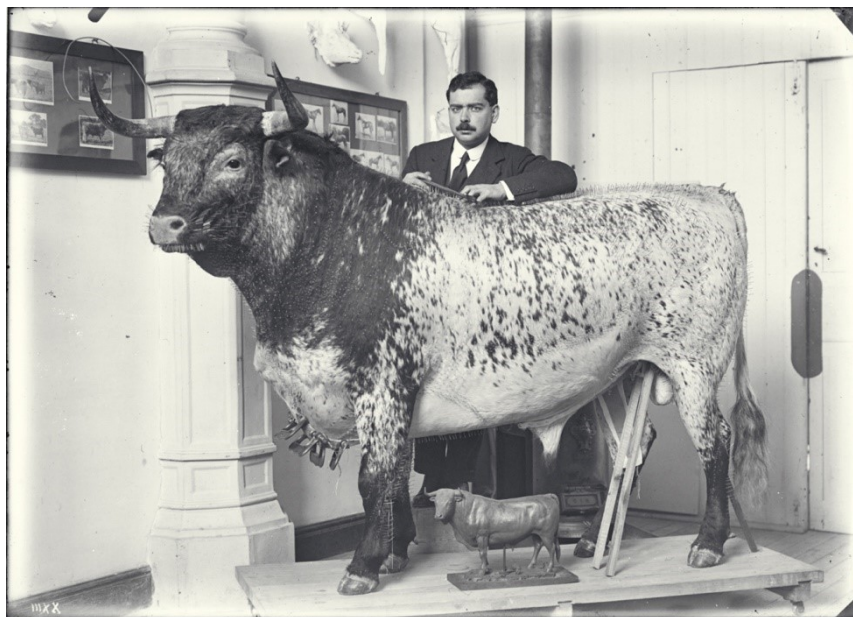
**Figura 75. Armazón del toro de Veragua**



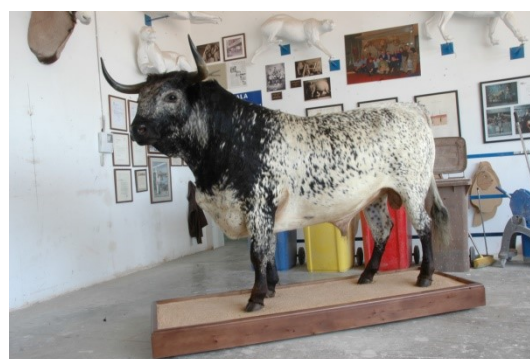
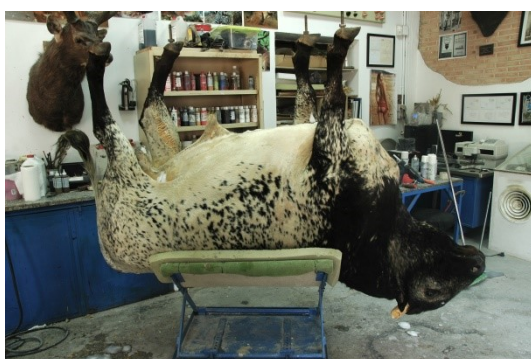
**Figura 76. Cuerpo dermoplástico**

---

<sup>199</sup> Eso dice el artículo del ABC aunque es un poco sorprendente.



**Figura 77. Fijación de la piel al cuerpo de escayola con alfileres por Luis Benedito.**



**Figura 78. Estado previo (izquierda) y resultado de la restauración (derecha)**

Durante la Exposición del Museo del Prado celebrada entre los años 2013-2014 "Historias Naturales" en que la pieza fue prestada a dicha institución, pudo realizarse una radiografía en la que se veía el excelente estado de conservación de la estructura interna y del relleno de escayola.



**Figura 79. Exposición del Museo del Prado "Historia Naturales"**

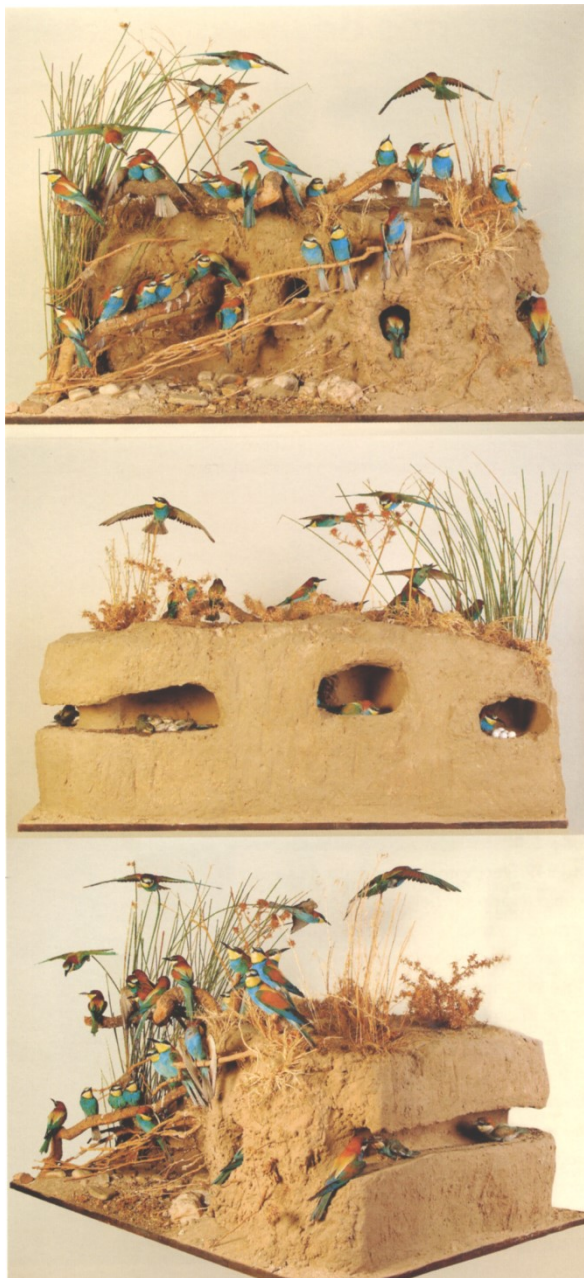
Actualmente se exhibe en la exposición temporal "Fauna del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama", que se celebra en el Museo desde el 23 de diciembre de 2014 hasta finales del año 2015.

Abejarucos (1916), de José María Benedito (1873-1951)

Se trata de un grupo de abejarucos, *Merops apiaster*, provenientes de los montes del Pardo (Madrid) representados simulando encontrarse en su hábitat y reproduciendo el ciclo reproductor completo (Aragón, 2014).

La razón de haber escogido esta obra es precisamente mostrar el interés que sentía José María Benedito por reproducir con exactitud el entorno del animal que iba a naturalizar. De hecho, en la fotografía que se presenta en este trabajo (Fig. 38) se puede ver a José María Benedito estudiando un nido de abejarucos, continuando con el proyecto que había emprendido en 1903 de reunir una colección de huevos y nidos de las aves de la Península Ibérica (Pérez, S., 2014)

Este grupo biológico se encuentra encastrado en una vitrina que puede ser circundada alrededor y se expone en la exposición permanente "Mediterráneo, Naturaleza y civilización". Constituye una de las representaciones de mayor relevancia del Museo.



**Figura 80. Distintas vistas del diorama abejarucos de José María Benedito**





**Figura 81. Extracción de un nido de abejaruco en el Monte del Pardo.**

El lobo marsupial (1917) de Rowland Ward (1842-1912).

El lobo marsupial también llamado tilacino, tigre de Tasmania o lobo de Tasmania, *Thylacinus cynocephalus*, era un marsupial carnívoro originario de Australia y Oceanía que se extinguió en el siglo XX. El último tilacino murió en 1933, en un zoo de la isla de Tasmania cuando su cuidador olvidó cerrar la puerta de su habitáculo y murió de frío. Se creía que era peligroso y dañino para el ganado y en pocas décadas se exterminó, lo que además fue propiciado con el pago de cuantiosas recompensas (Aragón, 2014). A esto se sumaba la competencia que supuso la introducción de nuevas especies invasoras como el perro (Barreiro, J., s.f.).

El espécimen del Museo fue comprado a Rowland Ward en 1917 (Aragón, 2014). Se encuentra en una vitrina en la exposición permanente del Museo "Biodiversidad". La firma (placa del taller de Rowland Ward) aparece en una esquina de la parte superior de la peana.

Este espécimen es muy valioso, no sólo por tratarse de un ejemplar extinto, sino por haber sido realizado por uno de los taxidermistas más reconocidos.



**Figura 82. Tylacino de Rowland Ward. Foto antigua y en la actualidad**

Alca gigante (1917) de Rowland Ward (1842-1912).

El alca gigante, *Pinguinus impennis*, ya aludida en otros capítulos, se extinguió en el siglo XIX. En 1844 los dos últimos ejemplares fueron capturados y su nido con un huevo fue destruido al ser pisoteado (Aragón, 2014).

Este ejemplar fue adquirido en 1917 a Rowland Ward (Aragón, 2014).

Parece ser que este ejemplar podría ser una réplica del verdadero animal. Como se ha indicado, fue ésta una práctica habitual durante el siglo XIX y principios del XX. Podría haberse usado la técnica de esculpir un cuerpo sobre el que se colocaban una a una plumas de alca común (Aragón, 2014). Posteriormente se le ponía el pico característico del ave hecho de otro material artificial y pintado de negro. En este caso, se desconoce exactamente la naturaleza del pico artificial, que podría ser de madera. La verdadera compostura del alca se podría determinar por medio de radiografías y por el estudio de la estructura de las plumas por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).

Actualmente, se encuentra expuesto en la exposición permanente del Museo "Biodiversidad".



**Figura 83. Detalle del pico**

**Figura 84. Alca gigante con el pico de madera policromada**

#### Elefante africano (1923) de Luis Benedito (1885-1955)

El elefante africano, *Loxodonta africana*, fue donado por Jacobo Stuart Fitz- James y Falcó, Duque de Alba (1878-1953). El animal fue abatido en Sudán en 1913 (Aragón, 2014).

La naturalización de tal ejemplar planteaba serios problemas, ya que no existía en el Museo el espacio apropiado para hacerlo, dadas las grandes dimensiones de la piel, y ésta permaneció almacenada durante 10 años a la espera de su naturalización.

Debido a estas dificultades y a la falta de documentación (sólo llegó al museo la piel), Luis Benedito pidió asesoramiento a su amigo y maestro el profesor Teer Meer, comprometiéndose éste a enviarle un boceto con las medidas del esqueleto existente en el Museo de Leipzig, de tamaño mucho más pequeño y además una hembra. (Aragón, 2014). Para tamaña empresa Luis Benedito se ayudó también de un modelo reducido y realizado en escayola de la cabeza y la pelvis del esqueleto del elefante de Leipzig; además se basó en un grupo escultórico hecho en bronce propiedad del Duque de Alba, obra de Carl E. Akeley y en fotografías de apoyo de otros elefantes.

El animal se construyó por completo desde la nada mediante el proceso dermoplástico, ya que, como se ha indicado, solo se poseía la piel; incluso los colmillos eran una réplica en madera de los originales (Aragón, 2014).

Fue restaurado entre el año 2008 y 2010 por los Hermanos Garoz, ya que el paquidermo presentaba numerosas grietas y daños en la piel.

Actualmente, se encuentra expuesto en la exposición permanente del Museo "Biodiversidad".

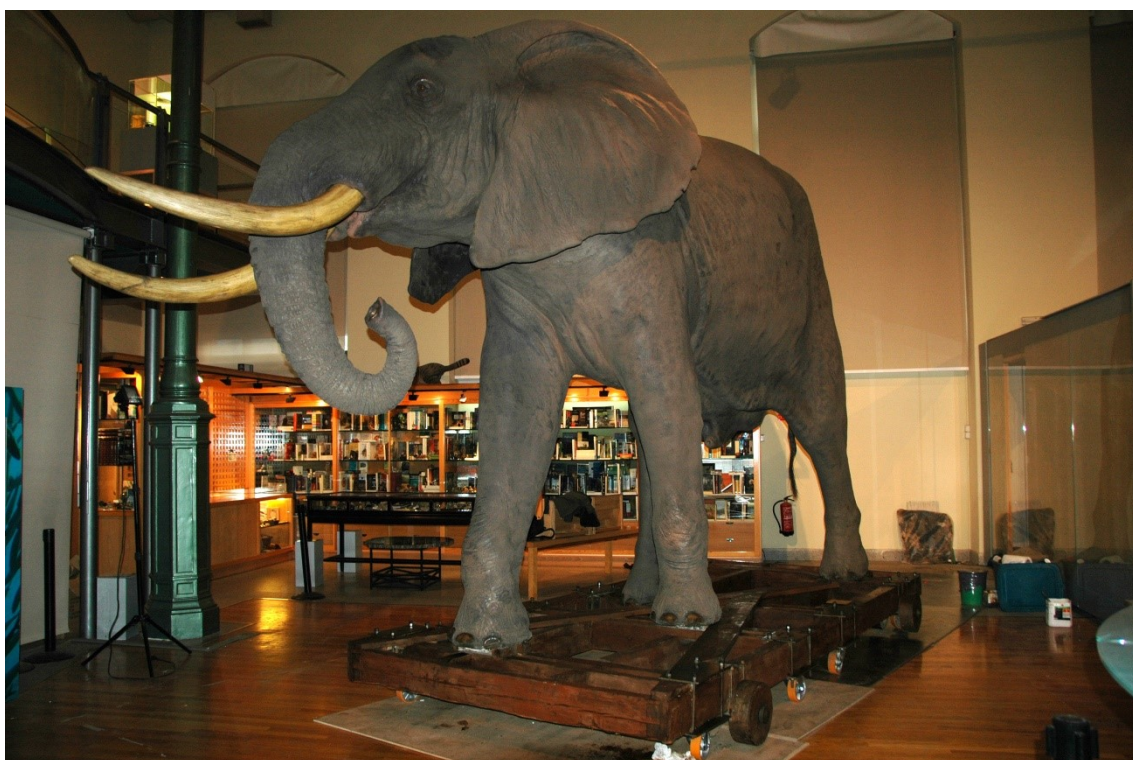


**Figura 85. Cuerpo de escayola (dermoplastia)**



**Figura 86. El elefante en la actualidad en la exposición permanente Biodiversidad**





**Figura 87. Elefante durante su restauración en 2010**

El antílope negro gigante (1949), de Julio Patón

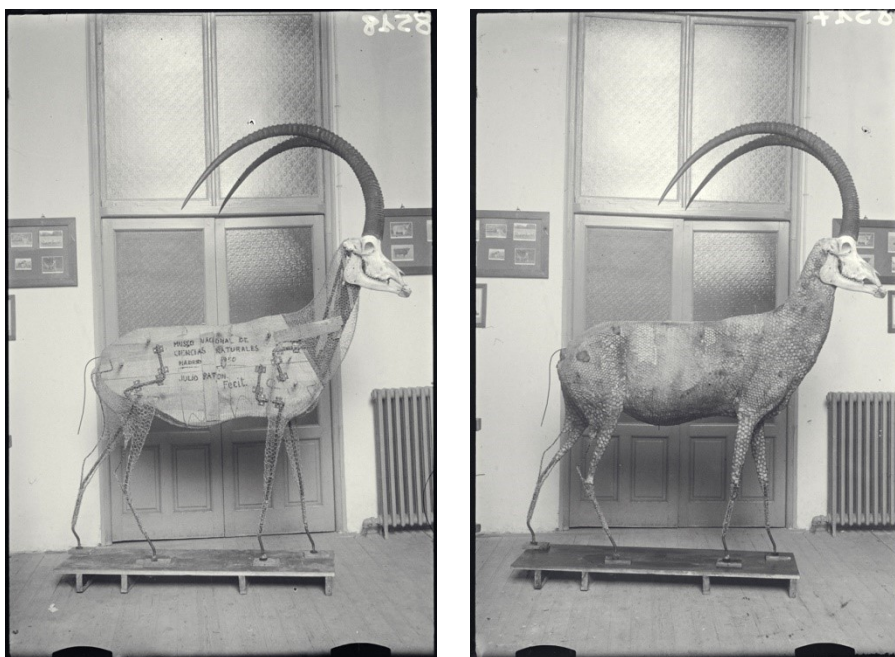
Este ejemplar, también denominado antílope sable, *Hippotragus niger*, fue cazado por el conde de Yebes en Angola, entonces colonia de Portugal, en septiembre de 1949 y fue catalogado como

record del Mundo en su especie, según constaba en la edición inglesa Rowland's Ward Record's of Big Game" con su 1,65 metros de longitud de cuerna. El nivel de protección era tal que solo se permitía la caza con fines científicos. Al museo se le entregó el esqueleto entero con la cornamenta y la piel (ABC, 1952).

El ejemplar fue enviado a Luis Benedito, pero fue Julio Patón quien lo naturalizó en mayor medida (Aragón, 2014)

Actualmente, se encuentra expuesto en la Exposición permanente Biodiversidad.

Su estado de conservación es relativamente satisfactorio, aunque presenta algunas reintegraciones volumétricas inadecuadas que invaden la piel original y que se han resquebrajado.







**Figura 88. Proceso de elaboración del antílope sable**



**Figura 89. Estado de la pieza en 2010 antes de su restauración**

Los osos panda Shao-Shao (h. 1983), Chan-Chan (h. 1995) y "Chulín" (h. 1996) de Antonio y Ángel Carazo.

En 1978 el gobierno chino regaló a España una pareja de osos panda, *Ailuropoda melanoleuca*: Shao-Shao (hembra) y Chang-Chang (macho). Tras la imposibilidad de que Chang-Chang fecundara a Shao-Shao, ésta fue inseminada con el esperma de un oso panda del zoo de Londres, gestando al que sería el primer oso panda nacido en cautividad fuera de China, Chu-Lin nacido el 4 de Septiembre de 1982 en el zoo de Madrid, siendo incluido en el Libro Guinness de los Récords (El Mundo, 2007).

Chu-Llin se convirtió en un emblema de la ciudad de Madrid en la década de los 80, como lo fue Copito de Nieve para Barcelona.



**Figura 90 Chulin retozando en el Zoo**



**Figura 91. Chulin naturalizado. MNCN**

Shao-Shao murió en 1983, Chan-Chan (padre adoptivo de Chu-Lin) en 1995 y Chu-Lin en 1996.

Se sabe que Shao-Shao fue naturalizada por los hermanos Carazo. Está situada sobre un pedestal de poliéster sentada con los brazos abiertos. El armazón igualmente se ha realizado en resina de poliéster. Los ojos artificiales se trajeron de la entonces República Federal Alemana (El País, 1984).

Chan-Chan y Chu-Lin previsiblemente podrían haber sido montados por los mismos taxidermistas.

Las piezas naturalizadas de Chu-Lin, Shao-Shao y Chang-Chang se exponían en un recinto de la pequeña granja del zoo y, posteriormente, tras el cierre del mismo, se guardaron en las dependencias internas del zoo. La autora de esta tesis desconoce en año en el que se depositaron en el Museo de Ciencias de Madrid (Zoo Madrid, s.f.)

#### Leopardo de las nieves (2005), de Taxidermia Garoz

El leopardo de las nieves, *Panthera uncia*, es un mamífero carnívoro originario de las montañas de Asia central que se encuentra en peligro de extinción.

Este ejemplar proviene del zoo de Santillana del Mar.

Se presenta aquí esta pieza como ejemplo de uno de los animales realizados con materiales contemporáneos.

Podría estar realizado con una matriz de poliestireno expandido (cuerpo) recubierta con masilla de poliéster con la que se le da la forma (modelado) y una estructura de alambre, según se ha podido dilucidar de los videos de la página web de *taxidermia Garoz*<sup>200</sup> en la que preparan otros animales.

<sup>200</sup> "<http://www.garoz.com/>"



**Figura 92. Leopardo de las nieves. MNCN. Taxidermia Garoz**

## 10 FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS DE LA TAXIDERMIA

El objetivo de este capítulo es contribuir con la información necesaria, desde el punto de vista de la biología, para que puedan entenderse los distintos aspectos que se tratan en la presente investigación relacionados con la conservación-restauración de animales naturalizados. Además, este tipo de documentación se considera imprescindible para poder acometer trabajos de estas características, aunque habitualmente el conservador-restaurador de estas obras adolece de falta de formación suficiente, pensando que su experiencia es suficiente. Como se verá a continuación, existen numerosos elementos que pueden dar lugar a errores interpretativos y malograr la intervención desarrollada. Así por ejemplo, para realizar una intervención correcta se debería poder diferenciar el aspecto de una patología frente a un elemento intrínseco del espécimen.

Cesare Brandi, en su definición de restauración, exponía la importancia del reconocimiento de la obra de arte como tal, previo y necesario a cualquier intervención de restauración (Brandi, 1989 citado por Macarrón, 2011):

“La restauración constituye el momento metodológico del reconocimiento de la obra de arte, en su consistencia física y en su doble polaridad estética e histórica, en orden a su transmisión al futuro” (Brandi, 1988, p. 15)

De las palabras de Brandi se desprende la importancia del conocimiento de esa materia, lugar donde se manifiesta la imagen. (Macarrón, 2011).

Durante el desarrollo de la presente investigación aparecerán conceptos relacionados con la biología que deben conocerse para poder determinar también el valor de un espécimen o el grado y tipo de intervención que podemos efectuar.

Por tanto, la información relacionada con los aspectos biológicos del animal supondrá un apoyo durante el proceso de conservación-restauración de la pieza, y se sumará a aquellos datos que aportará la consulta realizada a otros profesionales entre los que se encuentran biólogos, conservadores, taxidermistas, preparadores, el personal de la institución en la que se esté llevando a cabo la investigación, restauradores de otras disciplinas, químicos o archiveros entre otros (multidisciplinaridad).

Igualmente, a la hora de hacer un informe, un presupuesto o cumplimentar una base de datos, deben denominarse correctamente las partes del cuerpo del espécimen a fin de situar deterioros o cualquier descripción de la pieza o del desarrollo de los trabajos.

En este capítulo se abordará la descripción de aves y mamíferos, aportando algunos datos generales sobre su morfología y otras cuestiones necesarias para facilitar la comprensión de lo que es una naturalización y qué aspectos deben tenerse en cuenta. Aquellos subproductos —órganos, tejidos y otros elementos— que no aparecen en el resultado final (se desechan durante el proceso de elaboración de un animal naturalizado) se omiten en esta descripción, ya que esta investigación no es estrictamente biológica y no aportaría datos relevantes a la misma.



Aunque existen numerosos aspectos que deben considerarse, solo se aportarán algunas pinceladas para poder hacer comprensible cuál es la magnitud de los conocimientos que deben tenerse en cuenta.

Por ejemplo, es importante conocer no solo la morfología de las aves sino también ciertos datos sobre su comportamiento a la hora de estudiar sus representaciones. Si se examina, por ejemplo, un diorama descolocado (desarticulado) o muy deteriorado, debe considerarse qué situación cotidiana del animal se está representando y cuál es la conducta del ave que se va a intervenir: sus rituales de cortejo durante la época de reproducción, tipo de anidación, costumbres de descanso, clima, especies asociadas, cómo ingieren agua, etc. De esta manera, como ya se ha comentado, se evitará caer en errores de interpretación que, para un ojo poco experto, pasen desapercibidos pero sin embargo para un científico constituya una equivocación grave.

El conocimiento de estos datos ayuda también a documentar una pieza que no esté bien registrada y relacionar aquello que se ve a simple vista con la documentación existente en el archivo o en la base de datos. En este sentido, por ejemplo, puede suponerse la procedencia de un animal por el estado de sus pezuñas. Tal es el caso que describe Santiago Aragón en su libro sobre el Zoológico del Museo de Ciencias Naturales (2005), donde apunta a la posibilidad de que algunos especímenes de la colección actual del Museo sean aquellos que ingresaron en la colección desde el zoo de Madrid, ya que los cascos de los animales que crecen en cautividad muestran un característico crecimiento desmesurado, en este caso curvado hacia arriba, al no desgastarse por el uso (Aragón, 2005).



**Figura 93. Pezuñas de un Ciervo del MNCN**

Aun así, no es suficiente con conocer estos datos, también deben contemplarse valores como su historicidad, ya que, como se verá más adelante, algunos ejemplares pueden presentar fallos anatómicos que se han producido durante la propia ejecución de la obra<sup>201</sup> y debe sopesarse si deben ser respetados.<sup>202</sup>

---

<sup>201</sup> Tal es el caso del elefante africano cazado por el Duque de Alba en 1913 y naturalizado por Luis Benedito, que se expone actualmente en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC), el cual muestra unos testículos de grandes

En este apartado se aporta una descripción general de la morfología y hábitos de aves y mamíferos. La composición y estructura de elementos más específicos (huesos, pelo, pluma, etc.) tendrá lugar en el capítulo siguiente.

## 10.1 INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA

La **biología** es la ciencia que tiene como objeto el estudio de los seres vivos, su origen, evolución y procesos biológicos como son la nutrición, reproducción, patogenia, etc. Estudia tanto el comportamiento de las especies como el de los individuos y su interacción con su contexto espacial (Wikipedia, 2015).

Para poder estudiar los seres vivos es necesario un sistema de clasificación. La ciencia que se encarga de estudiarlos y ordenarlos es la taxonomía. La taxonomía se basa en un sistema de agrupación creado por el naturalista Karl Von Linneo (1707-1778), publicado en su libro "Systema Naturae", donde sentaba las bases de la clasificación y denominación de los grupos naturales y que trata de ordenar las especies atendiendo a sus características, desde las más generales hasta las más específicas, en diferentes niveles. Estos últimos reciben el nombre de **taxón/es o categoría/s taxonómica/s** (Wikipedia, 2014).

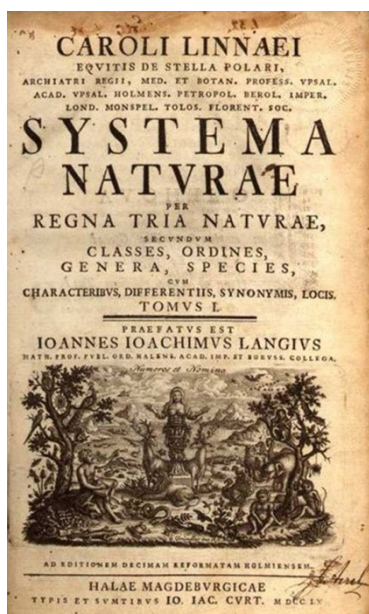


Figura 94 Portada Systema Naturae de Lineo

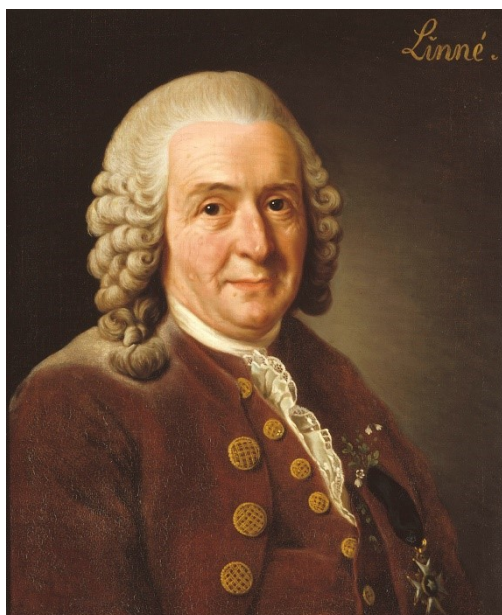


Figura 95. Retrato de Carl Von Lineo. Alexander Roslin, 1775

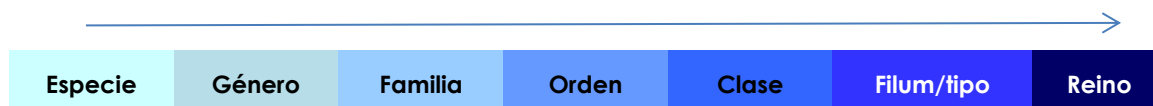
dimensiones, cuando los elefantes los tienen dentro de la cavidad abdominal. Esta información ha sido facilitada por Luis Castelo Vicente, preparador de la Colección de Aves y Mamíferos del Museo.

<sup>202</sup> Ver capítulo 14 sobre criterios de intervención de animales naturalizados.

Con la teoría de Darwin sobre la evolución en el siglo XIX, el sistema de Linneo varió radicalmente, ya que en los sistemas de clasificación entraron en juego no solo los caracteres morfológicos de la especie sino también la idea de compartir un acervo genético<sup>203</sup> (Wikipedia, 2015).

Los géneros se agrupan en familias, que sería un taxón superior. Las familias con características semejantes forman los órdenes, y éstos se agrupan en clases. Todas las clases se incluyen en el grupo Filum, Tipo o división. Los tipos o Fila (plural de filum) se agrupan en reinos.

La "estructura" a nivel creciente sería:



Los dos taxones inferiores o categorías más restrictivas son el género y la especie.

A cada especie se le asigna un nombre formado por dos palabras de estructura latina (nomenclatura binomial). La primera empieza por mayúscula y la segunda por minúscula y se suelen escribir en letra cursiva o subrayada. Sería el conocido como nombre científico, y es universal a diferencia del nombre común que generalmente difiere de unos idiomas a otros. Por ejemplo "gato" sería el nombre común en español. Sin embargo en inglés es cat. Simplificándolo, el nombre científico en latín es una forma consensuada de unificar esa nomenclatura.

Como ejemplo de lo referido:

NOMBRE COMÚN				NOMBRE CIENTÍFICO		
Gato o gato doméstico				<i>Felis silvestris catus</i>		
Especie	Género	Familia	Orden	Clase	Filum/tipo	Reino
F. Silvestris	Felis	Felidae	Carnívora	Mammalia	Chordata	Animalia

El actual sistema de clasificación agrupa a todos los seres vivos en cinco reinos, ordenados en función de las relaciones evolutivas existentes entre ellos.

<sup>203</sup> Grupo completo de alelos únicos presentes en el material genético de la totalidad de los individuos existentes en dicha población. De esta manera, se establece un conjunto de posibles combinaciones de genes para una determinada especie o población. Un mayor acervo genético implica mejores posibilidades de la especie para subsistir y desarrollarse en distintos entornos.

LOS CINCO REINOS			
REINO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	EJEMPLOS DE ORGANISMOS	
<b>Móneras</b>	Organismos procariotas unicelulares	Bacterias	
<b>Protistas</b>	Organismos eucariotas unicelulares y sus descendientes más inmediatos	Algas, protozoos	
<b>Hongos</b>	Organismos heterótrofos que obtienen su alimento por absorción. No realizan la fotosíntesis. La pared celular contiene quitina.	Levaduras, setas	
<b>Vegetal</b>	Organismos inmóviles que realizan la fotosíntesis. Pared celular compuesta de celulosa.	Musgos, helechos, árboles	
<b>Animal</b>	Organismos móviles sin pared celular. Ingieren el alimento. Presentan tejidos diferenciados.	Vertebrados	<b>Mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles</b>
		Invertebrados	Artrópodos, moluscos, gusanos equinodermos, medusas y esponjas

En la taxonomía existe una figura llamada tipo nomenclatural o conocido más comúnmente como "tipo". Es un ejemplar de una especie determinada, sobre el que se ha realizado la descripción de la misma y del que se obtiene su nombre científico.<sup>204</sup> Se podría decir, para entenderlo mejor, que es el primer animal sobre el que se tiene constancia y del que se apuntan las características para describir el total de la subespecie o especie.

Dentro de una colección biológica se hallará este tipo de clasificaciones, que aparece tanto en las etiquetas de los especímenes, como en cajones, cajas, inventarios, cartelas expositivas, etc. En las bases de datos esta información será mucho más profusa. En la etiqueta aparecerá información que contendrá normalmente el número de inventario, el colector, fecha de captura, quien lo preparó, el sexo, especie (nombre científico), edad y, en las etiquetas modernas, el nombre del Museo al que pertenece la pieza. También quién estableció la especie. En caso de que exista la etiqueta antigua, se hace referencia a ella.

Para el conservador-restaurador profano en este ámbito, puede resultar útil conocer además el tipo de "operarios" que intervienen en el proceso de "preparación" de un espécimen, qué función es la que

<sup>204</sup> De aquí en adelante el concepto de ejemplar tipo aparecerá en algunos capítulos. Estos son los ejemplares más valiosos de la colección junto con las especies extintas y como se irá viendo a lo largo de este trabajo se sigue un protocolo especial para ellos (localización, conservación, etc.)

desempeña el colector<sup>205</sup>, aquel que determina la especie<sup>206</sup>, etc.<sup>207</sup> En especímenes naturalizados saber quién determinó la especie, por ejemplo, puede contribuir a datar un ejemplar y, junto con otra información visual y/u otros estudios, ubicarlo dentro de un rango de fechas, pudiendo especular sobre su autoría, materiales de construcción, posibles tratamientos recibidos de desinsectación, etc.

---

<sup>205</sup> El colector es aquel que ha recogido el espécimen y generalmente lo ha preparado, o realiza los primeros pasos de la estabilización para su uso en una colección científica. Su función se solapa en ocasiones con la del preparador que es el que prepara un espécimen para su uso en la colección.

<sup>206</sup> Es el que describe un espécimen que ha entrado en una colección, lo estudia y examina y valora entre otras cosas si es una especie nueva.

<sup>207</sup> Ver en la bibliografía “Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas”. 1994, para una información más detallada.

## 10.2 MAMÍFEROS Y AVES (MORFOLOGÍA Y CONSTITUCIÓN)

### 10.2.1 Aves

Son animales vertebrados de sangre caliente, tetrápodos<sup>208</sup>, cuyas extremidades superiores están modificadas en forma de alas para poder volar, aunque no todas las aves pueden hacerlo. Las extremidades inferiores son las patas.

Son ovíparas (ponen huevos para reproducirse), su cuerpo está casi enteramente recubierto por plumas, y poseen un pico córneo sin dientes (sus antecesores si los tenían) que sirve para diversas funciones, además de la alimentaria.

Existen cerca de 10.500 especies<sup>209</sup>. A pesar de su diversidad poseen una morfología muy similar de unas a otras, a diferencia de lo que ocurre con los mamíferos.

Desde el siglo XVII se han extinguido más de 120 especies a consecuencia de las actividades humanas y más de 1200 especies se encuentran amenazadas y necesitan de mecanismos de protección (legislación en la regulación de la caza, protección de ecosistemas, o reproducción asistida entre otras medidas de conservación).<sup>210</sup>

El tamaño del ave varía desde los 6,4 cm aproximadamente del colibrí zunzuncito hasta los 2,74 m del avestruz. Esto determinará también los procedimientos y materiales a emplear durante las operaciones de conservación-restauración. Lo que es válido para un ejemplar de grandes dimensiones no es quizás adecuado para un espécimen diminuto.

Las aves viven y crían en la mayoría de los hábitats terrestres, inclusive aquellos inhóspitos, o rodeados por agua (peñones, islas, etc.). La mayor diversidad de aves se da en regiones tropicales<sup>211</sup>.

#### 9.1.1.1. Anatomía y fisiología

- Anatomía externa: La imagen muestra, a grandes rasgos, los elementos que, de manera directa, pueden observarse en el ave.

<sup>208</sup> Que poseen 4 extremidades.

<sup>209</sup> La lista de Clements (catálogo mundial de las especies actuales y extintas) elaborada por el ornitólogo americano James Clements (1927-2005) incluye 10404 especies vivas y más de 86 extintas.

<sup>210</sup> La legislación vigente en materia de conservación de fauna y flora se desarrolla en el capítulo 15. Conocer esta legislación es vital para comprender los límites impuestos a la práctica de la taxidermia que determina las posibilidades de conservación-restauración de especímenes naturalizados.

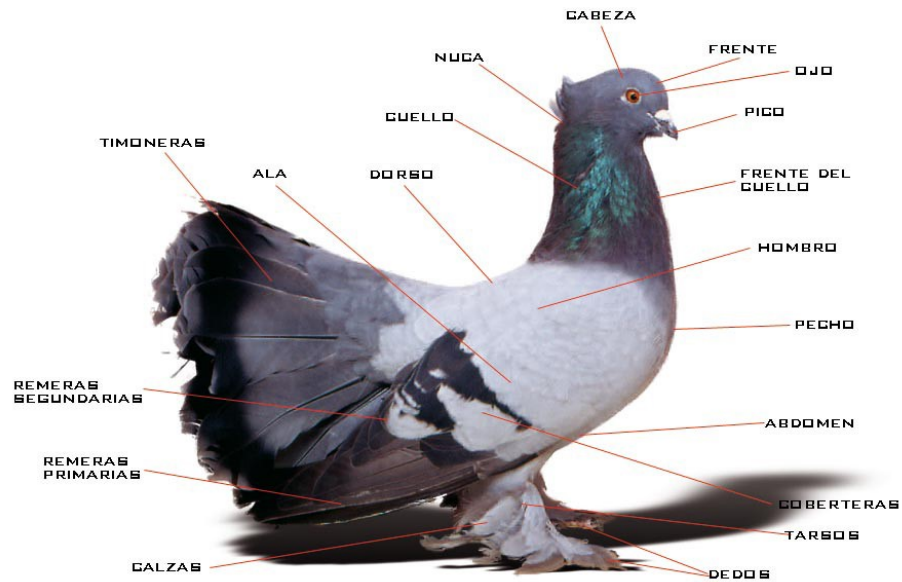
<sup>211</sup> Fruto del colonialismo y debido a la vistosidad de las especies de zonas tropicales, las colecciones de Aves de los Museos suelen estar muy nutridas de aves de estas regiones; la Colección de Aves del MNCN es un ejemplo.



## 10.2. MAMÍFEROS Y AVES (MORFOLOGIA Y CONSTITUCIÓN)

### 10.2.1. AVES

---



**Figura 96. Anatomía externa de una paloma, *columbidae***

- Anatomía interna: El esqueleto está formado por huesos huecos conectados con el aparato respiratorio. El cráneo está fusionado. En la columna vertebral, el cuello es muy flexible y, por el contrario, las vértebras torácicas tienen poca movilidad. Las escasas vértebras posteriores están fusionadas con la pelvis para formar el sinsacro. Las costillas son aplastadas y el esternón es aquillado para que se anclen a él los músculos del vuelo, excepto en los órdenes de aves no voladoras.



Figura 97. Anatomía interna de una paloma. esqueleto

Los pies de las aves están clasificados según la disposición de sus dedos en anisodáctilos, zigodáctilos, heterodáctilos, sindáctilos y pamprodáctilos (Ver algunos ejemplos en la figura 97). La mayor parte de las aves tienen cuatro dedos (aunque hay muchas especies tridáctilas y algunas didáctilas)<sup>212</sup> que se sitúan en torno al metatarso. Esto debe tenerse en cuenta durante una intervención restauradora, a fin de evitar añadir algún dedo de más en cada pie.

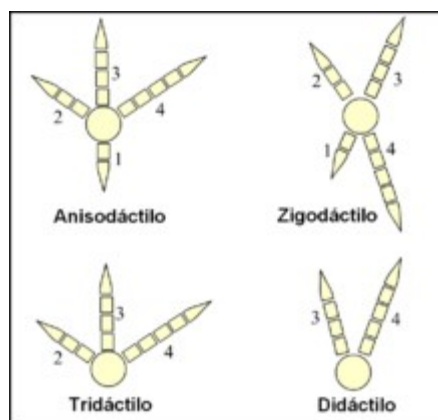


Figura 98. Distribución de los dedos más comunes en aves

<sup>212</sup> Tres y dos dedos respectivamente.

Algunas especies pueden usar repelentes químicos, neurotoxinas, etc. contra sus depredadores; por ello, debe ponerse especial cuidado durante la manipulación de los ejemplares que responden a esta descripción.

La vista de las aves está muy desarrollada. Tienen ojos de muy gran tamaño en relación con el del resto del cuerpo. Las aves acuáticas tienen lentes flexibles para acomodar su visión bajo el agua, Las aves nocturnas tienen un campo visual restringido, pero pueden girar la cabeza más de 250 °, en algunos casos. **Debe tenerse en cuenta este dato para valorar si una cabeza por ejemplo colocada en una determinada posición correspondería a una posición natural o el ave está descoyuntada.** Son tetracromáticas, es decir, pueden percibir la radiación UV además del rojo, verde y azul, pudiendo ver los elementos que emiten fluorescencia, como aquellos que forman parte del cortejo, ya que muchas aves muestran en el plumaje coloraciones que presentan fluorescencia distinguible/detectable por los sensores receptores de radiación UV del animal. Se puede distinguir inclusive el sexo en aves que a simple vista parecen iguales. **Es muy importante esta propiedad cuando se efectúa una operación de limpieza, ya que pueden llegar a eliminarse rasgos distintivos de la especie o del sexo del animal.**

La mayoría de las aves no pueden mover los ojos. Las aves con los ojos en los lados de la cabeza tienen un amplio campo visual, mientras que las que tienen los ojos frontales tienen visión binocular para mejorar la profundidad del campo visual. Los ojos de las aves se lubrican por la membrana nictitante que se mueve horizontalmente. **La posición y la colocación de los ojos es uno de los aspectos más importantes para que un animal naturalizado parezca verosímil y no un muñeco** como se verá en el capítulo 9.

Suelen tener un sentido del olfato poco desarrollado salvo algunas excepciones, pero el oído en cambio sí lo está, (aunque no tienen orejas). **No debe confundirse el orificio que permite oír con un deterioro.**

#### 9.1.1.2. Piel, plumaje y escamas

Las aves no poseen glándulas sudoríparas. Sin embargo, tienen una glándula denominada uropigial<sup>213</sup> situada en la base de la cola, que secreta grasa cerosa que sirve para impermeabilizar las alas, como agente antimicrobiano y para dar flexibilidad a la pluma entre otras funciones que veremos más adelante<sup>214</sup> (el ave lo reparte por el cuerpo con el pico o la cabeza).<sup>215</sup>

El plumaje es la capa de plumas<sup>216</sup> que recubre el cuerpo del ave, y cumple varias funciones: protege contra los golpes, aísla el cuerpo térmicamente y contra la humedad. Sirve también para exhibirse, camuflarse e identificarse (diferencia de sexos y de edades) por medio de, entre otras cosas, el color<sup>217</sup>.

---

<sup>213</sup> No todas las aves poseen dicha glándula. Tal es el caso del avestruz.

<sup>214</sup> Existen numerosas publicaciones a este respecto, pero aún no está muy claro qué funciones desempeña dicho aceite.

<sup>215</sup> Este tema se desarrolla con más detenimiento a continuación ya que como se verá es una de las cualidades que ha de valorarse especialmente debido a su fragilidad frente a operaciones de restauración y a su considerable funcionalidad.

<sup>216</sup> Las plumas están compuestas por queratina (la naturaleza de la queratina se explicará en el siguiente capítulo) y están unidas a la piel. A las zonas donde salen las plumas se les llama pterilos. La composición de las plumas y la piel se desarrollará más profundamente en el tema siguiente.

<sup>217</sup> Este aspecto muy importante en términos de conservación, se desarrollará más extensamente a lo largo de este capítulo.

Dentro del plumaje existen varios tipos de pluma con función y morfología específica: las rémiges (plumas de vuelo) primarias, secundarias y terciarias, las plumas de la cola que sirven como timón durante el vuelo (rectrices), las coberteras que cubren parcialmente las rémiges y también las rectrices, las tectrices, que cubren el cuerpo entero y lo protegen de agentes adversos y el plumón, que evita principalmente la pérdida de calor (ver figura 56).

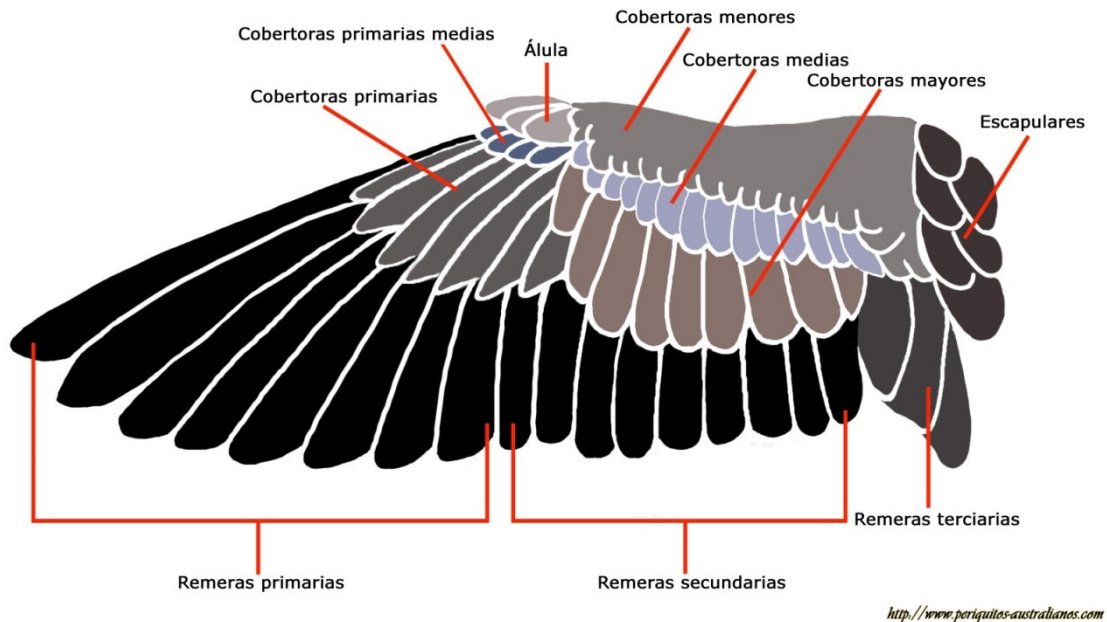


Figura 99. Tipos de plumas del ala

El plumaje puede variar dentro de la especie. Las variaciones que se dan en él aportan muchos datos sobre el ave a tratar: edad, periodo estacional, género, alimentación, salubridad, etc. Suelen utilizarlo para indicar su receptividad sexual o intimidar, por ejemplo.

**Todos estos aspectos serán determinantes para poder diferenciar lo que es un deterioro o no, como puede ser el cambio de plumaje estacional o por edad que, por ejemplo, cambie su tonalidad aclarándose y no deba confundirse con un deterioro por efecto de la exposición inadecuada a la luz. Por otro lado, también puede determinarse en qué época del año se cazó o recolectó el animal ya que, aunque previsiblemente los cazadores preferirán periodos donde el espécimen es más vistoso (épocas de apareamiento por ejemplo o tras la muda, (Senar, 2004), aunque improbable puede haber animales que hayan sido recolectados en época de muda<sup>218</sup> y podemos diferenciarlo de un deterioro por ataque de insectos porque aparecen plumas incipientes, más cortas que las plenamente desarrolladas y recubiertas total o parcialmente por una vaina.**

Aunque los ancestros de las aves tenían el cuerpo recubierto de escamas, en la actualidad éstas suelen estar situadas en los dedos de los pies y en el metatarso, aunque en algunas aves pueden

<sup>218</sup> En el periodo de crecimiento de las plumas, su base contiene sangre y acaba pudriéndose siendo desaconsejable y dificultando el trabajo de un taxidermista (Castelo Sardina, Com. personal, 2014).

superar el talón.<sup>219</sup> Están compuestas por la misma queratina que las plumas, el pico, las garras y los espolones y son similares a las de reptiles y mamíferos.

La edad de las aves varía desde 3/4 años a 60 años. Además de la neumatización<sup>220</sup> del esqueleto al envejecer, las variaciones de la muda son muy útiles para poder determinar la edad aproximada de un ave. Esto es útil para establecer factores como parámetros demográficos, biométricos o identificar una especie, e inclusive su sexo. **Estos datos son igualmente útiles como ya se ha visto para datar al espécimen y diferencias entre deterioros y aspectos fisionómicos.**

La dieta de las aves varía de unas a otras, desde fruta, plantas, semillas, néctar, carroña u otros animales. Esto ha provocado una evolución y especialización en la forma de los picos, patas o lenguas y dará pistas sobre el tipo de dieta que tienen, como carroñera, carnívora, fructívora, etc.

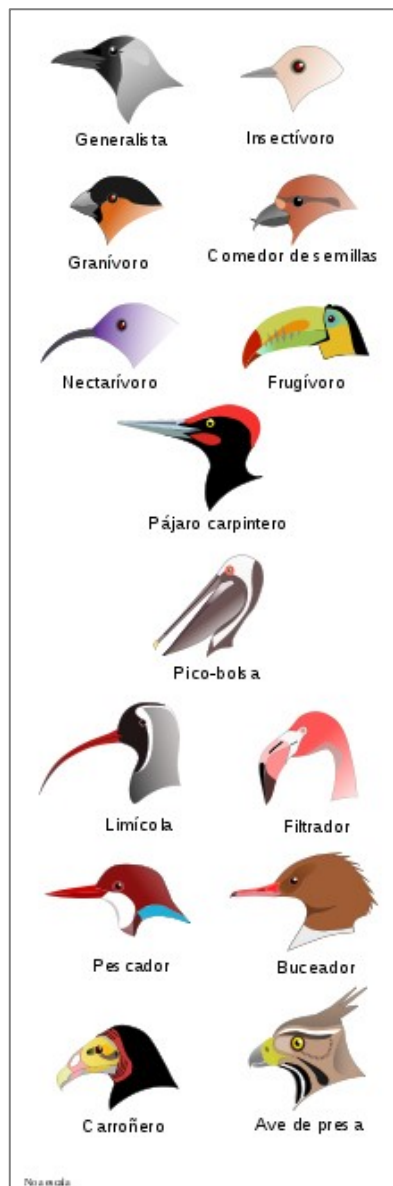
Muchas especies de aves migran para poder aprovechar las variaciones climáticas que se producen con el paso de las estaciones y así encontrar la forma más adecuada para desarrollarse (alimentación, condiciones de cría, etc.) **Esto puede hacer que en un diorama se encuentren especies de lugares diversos que coinciden durante los periodos de migración.** Este hecho también puede aportar información sobre lo que se ha querido representar en el diorama o grupo biológico (situación espacio-tiempo).

En las grandes representaciones (dioramas) deberán tenerse en cuenta factores como:

- la socialización de una especie (pueden ser solitarias, vivir en familia o formar grandes bandadas (esto último asegura una eficiencia alimentaria y mayor seguridad),

- La posibilidad de asociación con otras especies que no son aves.

- Factores relacionados con el sueño. Las aves suelen agruparse para dormir, para guardar el calor corporal y protegerse frente a los depredadores (unas vigilan). También tienen ciertas costumbres durante el sueño: muchas duermen con el pico bajo las plumas o pueden dormir sobre una pata, ya que poseen un tendón que se bloquea para no caerse, algunas especies duermen en los



**Figura 100 Adaptaciones de los picos para la alimentación.**

<sup>219</sup> El alcance del plumaje en las patas y de las escamas puede ayudarnos también a diferenciar ciertas especies de aves rapaces por ejemplo entre aquellas de montaña (aves calzadas) o las que no (águila imperial y águila real).

<sup>220</sup> La neumatización es el proceso fisiológico que consiste en la adición sucesiva de capas óseas en el cráneo (Clarabuch, s.f.).

árboles y otras, cabeza abajo.

- Dentro de un mismo ecosistema pueden convivir varias aves: unas se alimentan en la copa de los árboles, otras a nivel de suelo, etc., o pueden tener dietas diferentes (unas carnívoras, otras insectívoras, etc.).

- En la época de reproducción, las aves (el macho generalmente) realizan rituales de cortejo para aparearse (bailes, exhibición del plumaje, canto, vuelos acrobáticos, golpeteos y tamborileos) y construyen nidos para la puesta de huevos y cría de sus retoños. Después del emparejamiento, se producen acicalamientos mutuos, roces, cebas de cortejo<sup>221</sup>, etc.

- Las aves defienden el territorio para asegurar la alimentación de sus crías. Aquellas que viven en comunidad, forman colonias para ampliar su protección frente a depredadores y pelean por la zona de anidamiento.

Estos conocimientos darán pistas sobre la fiabilidad de una representación o, en el caso de varios dioramas desmembrados en que los especímenes estén entremezclados y/o con catalogaciones insuficientes, ayudará a poder ubicar las piezas en su correcto espacio.

Dentro de una representación (diorama) también debe tenerse en cuenta el aspecto de los nidos: en forma de copa, bóveda, plataforma, montículo, madriguera o escarbadura en el suelo, o también aquellas especies que portan sus huevos hasta la eclosión. Además debe tenerse en cuenta que la coloración de los huevos varían dependiendo de donde aniden: si es en orificios o madrigueras suele ser blanco o si es en el suelo o entre vegetación de colores que se camuflan con el entorno (como excepción las especies que practican la puesta parásita, introduciendo su huevo en el nido de otra especie para que ésta última críe a sus crías).

En las especies monógamas, la incubación suele ser compartida. El calor pasa del progenitor al huevo a través de una zona del vientre que ha perdido sus plumas para dar más calor (placa de incubación).

**No confundir de nuevo con un deterioro al faltar las plumas en esta zona.**

Cómo ya se ha mencionado, dos aspectos que se consideran especialmente importantes en esta introducción son aquellos relacionados con el color del plumaje y la composición del recubrimiento que se aplican las aves (aceite uropigial). Éstos juegan un papel importante respecto a las alteraciones que se producen en la pieza, como se verá en el apartado correspondiente a deterioros y al de conservación curativa, y están especialmente relacionados con los procesos de limpieza con disolventes y en seco.<sup>222</sup>

#### **9.1.1.3. Color del plumaje**

Existen numerosas publicaciones a este respecto: quizá una de las más conocidas, a la que tanto biólogos como conservadores-restauradores hacen referencia es la publicación de Jocelyn Hudon "Considerations in the Conservation of Feathers and Hair, Particularly their Pigments" (2005). Gran parte de los trabajos de investigación sobre este tema derivan de él.

---

<sup>221</sup> Alimentar a la hembra seduciéndola demostrando su capacidad para conseguir alimento.

<sup>222</sup> Ver capítulo 15.6 sobre limpieza.



Como señala Joan Carles Senar, el color de las plumas de las aves depende de las estructuras de las plumas y del color de los pigmentos y otras sustancias depositadas en ellas (Prum, 1999, citado por Senar, 2004). El Museo Bishop en su *Art Conservation Handout* "The care of feathers" de 1996, apunta en esta dirección. Así, el color de la pluma se debe a dos fenómenos físicos diferentes. El primero estaría relacionado con la manera en la que percibimos el color: ciertas moléculas químicas en las plumas absorben unas longitudes de onda específicas de la luz y la luz no absorbida se percibe como color.<sup>223</sup> El segundo está relacionado, como ya se ha indicado, con la estructura de la pluma.

La mayoría de las investigaciones coinciden en clasificar los colores de la siguiente manera:

- Colores pigmentarios,
- Colores estructurales,<sup>224</sup>
- Colores cosméticos o adventicios.

#### Colores pigmentarios

Senar apunta que las coloraciones pigmentadas pueden ser producidas por tres tipos principales de pigmentos: **las melaninas, los carotenos (carotenoides dice Hudon) y las porfirinas** (Dorst, 1976, citado por Senar, 2004). Hudon, añade las **psittacofulvinas** y algunos pigmentos desconocidos basándose en las investigaciones de Frank, 1939; Völker, 1944; Brush, 1978, citados por Hudon, 2005). Los pigmentos<sup>225</sup> (también llamados biocromos o pigmentos biológicos o bioquímicos) difieren entre sí en su composición química, propiedades de absorción de la luz (colores), modo de formación, modo de incorporación y exhibición en las plumas, así como en su respuesta a los diversos tratamientos físico-químicos (Hudon, 2005).

#### Las melaninas

La melanina es un pigmento producido por el ave por sí mismo (Schaeuffelhut et al., 2002). La melanina es segregada por células pigmentarias especializadas llamadas melanóforas (Hudon, 2005, p. 134) (melanocitos dice Senar) pasando a formar parte integrante de la pluma, fijándose durante el crecimiento de ésta a la estructura de la queratina segregada por los queratinocitos<sup>226</sup> durante el proceso de formación (Fox, 1976; Brush, 1978, citados por Senar, 2004).

Senar (2004) apunta que la melanina es responsable de los colores negros, grises<sup>227</sup>, marrones, marrones rojizos, y algunos amarillos pálidos. Stephanie Schaeuffelhut, Helene Tello, Simone (2002), indican, que produce colores amarillos, marrones y negros muy estables (Schaeuffelhut, et al. 2002). Hudon (2005) señala que son la clase de pigmentos más ampliamente distribuidos y abundantes de las aves. Por otro lado, los colores melanocíticos carecen de saturación, ya que la mayoría de las longitudes de onda visibles son absorbidas. Al mezclarse con otros pigmentos o combinarse con las

---

<sup>223</sup> Este fenómeno correspondería a grosso modo con los colores pigmentarios y cosméticos. Como ya veremos luego unos y otros se interrelacionan para dar otras gamas de color.

<sup>224</sup> También conocidos como ópticos (Schaeuffelhut, Tello y Schneider, 2002) o esquemacromos (Aves Uruguay, s.f.).

<sup>225</sup> Se refiere a aquellos generados por el organismo durante el proceso de elaboración (crecimiento) de la pluma.

<sup>226</sup> Células especializadas en la creación de queratina

<sup>227</sup> Junto con la coloración estructural

variaciones estructurales de la pluma (color estructural) se producen colores brillantes y de otras gamas (Hudon, 2005) como se verá más adelante en el apartado dedicado a la coloración estructural.

Los colores que se generan dependen del tipo de melanina que esté involucrada y del número de gránulos depositados de ésta. Se conocen cuatro tipos:

- Las eumelaninas producen negro o marrón oscuro.
- Las feomelaninas marrones claro, marrón rojizo, o colores amarillos.<sup>228</sup>
- Pigmento de hierro posiblemente idéntico al trichosiderin, causante del color pelirrojo del pelo de los humanos, se ha encontrado en plumas de color rojo, marrón y beige de pollos, codornices, pavos y Gallus (Lucas y Stettenheim, 1972).
- Eritromelaninas producen el color rojo castaño.

Las plumas que contienen melanina son más resistentes que las plumas no pigmentadas (Burt, 1986, citado por Hudon, 2005).

La mayoría de las melaninas son insolubles en agua y otros químicos, aunque algunas son un poco solubles en álcalis (Hudon, 2005).



**Figura 101** Mirlo común, *Turdus merula*

**Figura 102.** El diamante mandarín, *Taeniopygia guttata*, exhibe dos “coloretos” en las mejillas a base de feomelanina.

### Los carotenoides

Producen la mayor parte de coloraciones rojas, anaranjadas y amarillas saturadas de las plumas (aunque no en los loros, donde las psittacofulvins son las responsables de esos colores).

Los carotenoides son hidrocarburos insaturados solubles en grasas y disolventes orgánicos (Hudon, 2005).<sup>229</sup> A diferencia de la melanina, no puede sintetizarlos el ave por sí misma y debe obtenerlos de la dieta, de manera directa (plantas) o indirecta (gusanos por ejemplo que han ingerido carotenos)

<sup>228</sup> Son solubles en álcalis (Hudon, 2005)

<sup>229</sup> Durante muchos años los carotenoides fueron etiquetados como lipocromos, una designación que ya no es conveniente como otros grupos de pigmentos (como los psittacofulvins) que son también solubles en grasa.

(Goodwin, 1984, citado por Hudon, 2005). (Hill, 1992, 1994, 1996; Olson & Owens, 1998 citados por Senar, 2004).

El color de la pluma está relacionado con el tipo de carotenoide depositado, determinado por el número de dobles enlaces conjugados que tienen. Éstos pueden aparecer en las plumas de forma combinada. (Hudon y Brush, 1990; Hudon, 1991, citados por Hudon, 2005).

Los carotenoides integran, como las melaninas, la estructura queratinosa de la pluma, pero con un sistema de conformación diferente. Durante el desarrollo de la pluma los carotenoides se disuelven en gotas lipoides. En la primera etapa de la queratinización las gotitas de grasa desaparecen, y los carotenoides son absorbidos por la sustancia viscosa de queratina; a veces se precipitan en forma de partículas finas que luego se disuelven en la queratina (Desselberger, 1930, citado por Hudon, 2005).

La estabilidad del color varía en gran medida de unas especies a otras: Puede perder intensidad rápidamente tras la muerte del animal, en la oscuridad o con la exposición a la luz natural, aunque algunas aves como el cardenal rojo presentan una gran estabilidad frente a posibles deterioros de tipo lumínico (Hudon, 2005).

La permanencia también se ve comprometida con el empleo de disolventes orgánicos: normalmente, las piezas pueden ser lavadas con seguridad en éteres de petróleo, hexano o acetona (Hudon y Brush, 1990, citado por Hudon, 2005), o presentar distinta resistencia frente al metanol en función de la especie (Völker, 1964; Hudon y Brush, 1992, citados por Hudon, 2005)

También señalan estos autores que la estabilidad responde no solo al tipo de carotenoide implicado, sino también a la fortaleza de unión del pigmento con la proteína de la pluma (Völker, 1964, citado por Hudon, 2005).

Por otra parte, la mayoría de los carotenoides presentan una baja estabilidad frente a las bases. Estas cuestiones de estabilidad se verán más detalladamente en el apartado de deterioros y de limpieza.



**Figura 103. Canario común, *Sicalis flaveola***

### Las porfirinas

Este tipo de pigmentos es responsable de los colores rojos, verdes y marrones de diversos pájaros aunque es menos abundante encontrarlo en las aves que los carotenos y las melaninas (Senar, 2004).

Debido a la reducida estabilidad que presentan frente a la luz, de acuerdo a las investigaciones de (Ginn & Melville, 1983, citado por Senar, 2004, p. 22) suelen encontrarse en zonas del cuerpo protegidas de la luz directa del sol. (Völker, 1964; Lucas y Stettenheim, 1972, citados por Hudon, 2005)

Las porfirinas se producen en un proceso catabólico del hígado en la hemoglobina, que produce otro pigmento utilizado para la pigmentación de la piel de las aves pero no de sus plumas (Thiel, 1968, citado por (Pérez, L., 2011). Sin embargo se puede encontrar en 13 especies entre ellas la avutarda, el chotacabras y los cárabos (Pérez, L., 2011).

Dentro de las porfirinas se encuentra la turacina (metaloporfirina), presente en la familia de los turacos dando lugar a colores púrpura- rojo (Moreau, 1958; With, 1957, citado por Hudon, 2005) y la turacoverdina (metaloporfirina) que da el color verde. Este último es el único pigmento verde conocido hasta la fecha (Pérez, L. 2011).



**Figura 104. Turaco violácea, *Musophaga violácea*, con el color purpura característico de la cresta provocado por la turacina**

La turacina se vuelve azul tras la exposición al agua revirtiendo el color tras el secado. La turacina es soluble en soluciones alcalis y se lixivia con facilidad debiendo tenerse cuidado durante procesos de lavado. La turacina es más estable a la luz que las otras porfirinas (Hudon, 2005) y parece que en algunos experimentos no se ve afectada por bacterias ni mohos (Wikipedia, 2013).

### Las psitacofulvinas

Existen otros pigmentos, que se encuentran en aves muy concretas (Stradi et al., 2001, citado por Senar, 2004) como los loros, *psitácidas* (Hudon, 2005). Dan lugar a colores rojos, naranjas y amarillos brillantes (Hudon, 2005).

Son moléculas hidrófobas al igual que los carotenos, pero con un tipo de síntesis efectuada por el loro. Es decir a diferencia de los carotenos, las psitacofulvinas son sintetizadas por el ave, no lo adquiere de

la alimentación como en el caso de los carotenos, ocurriendo este proceso de síntesis directamente en el folículo de la pluma (Pérez, L., 2011).

Parece ser que los amerindios de la cuenca del Amazonas y de las Guayanas han desarrollado una forma de reprogramar los folículos de las plumas de los loros vivos para reproducir plumas rojas o amarillas en vez de verdes<sup>230</sup> (Hudon, 2005).

Las psitacofulvinas pueden ser extraídas de la pluma con piridina.<sup>231</sup>, pero cambian de color durante la exposición a este disolvente aunque el proceso es reversible si no se aplica calor Völker, 1937; Hudon, observación personal, citados por Hudon, 2005).

#### **Colores estructurales**

Existen otro tipo de colores que se basan en la estructura de la pluma.

Hudon (2005), establece una división entre colores iridiscentes<sup>232</sup> o no iridiscentes. Senar clasifica las plumas como no pigmentadas, iridiscentes y no iridiscentes. (Senar, 2004).

Como ya se ha indicado, estos colores dependen básicamente de la estructura de la pluma<sup>233</sup>, aunque la interacción con colores pigmentarios jugará un papel importante. La presencia de melanina en la estructura de la pluma da lugar a los colores no iridiscentes e iridiscentes. La falta de melanina es la causante del color blanco. La combinación de colores estructurales y pigmentarios dará lugar a una gama diferente de colores. Se fundamenta en principios físicos de interacción de la luz (de reflexión y absorción fundamentalmente) que no serán desarrollados en este trabajo, ya que no es el objeto del mismo. En el Handout del Museo Bishop de 1996 se describe que las capas superficiales de la queratina de la pluma presentan numerosos espacios llenos de aire, los cuales forman superficies reflectantes o refractantes para dispersar la luz (Bishop Museum, 1996).

Los colores estructurales representan el tipo más estable de colores de las plumas (Schauuffelhut et al, 2002).

#### Colores iridiscentes.

Los colores iridiscentes cambian de tonalidad según el ángulo desde donde se miren (Senar, 2004). Se producen mayoritariamente en las bárbulas de las plumas (Hudon, 2005), que presentan una curvatura determinada, reflejando la luz (Senar, 2004) y están íntimamente relacionados con la presencia de melanina. El color de la iridiscencia varía en función del espesor de los gránulos de melanina, el número de capas o el espaciamiento de las interfaces (superficies de contacto) de dispersión de la luz (Dyck, 1976, citado por Hudon, 2005).

---

<sup>230</sup> El proceso se llama “tapirage”.

<sup>231</sup> Sustancia altamente tóxica y cancerígena.

<sup>232</sup> Cambian en función del ángulo de visión y de la incidencia de la luz.

<sup>233</sup> Teniendo en cuenta la ordenación espacial de las estructuras, la forma y el espacio que dejan entre las nanoestructuras de la queratina y la melanina.



**Figura 105. Colores iridiscentes del plumaje de un colibrí**

#### Los colores no iridiscentes

Algunos ejemplos de colores estructurales no iridiscentes son el azul, el blanco o el verde. Hudon, 2005 añade los violetas y Senar, 2004 el ultravioleta.

El azul se forma a través de una estructura de células incoloras y llenas de aire, en presencia de un fondo oscuro bajo ellas (la melanina). Sobre éstas se encuentra una capa cortical<sup>234</sup>incolora (Heinroth, 1979, citado por Senar, 2004).

Las plumas blancas no están pigmentadas (Hudon, 2005). Además los espacios existentes en la estructura de la queratina presentan un gran diámetro, lo que provoca que toda la luz que reciben se refracte en diferentes direcciones, de manera difusa, sin que la luz reflejada converja en ninguna longitud de onda concreta (dispersión no coherente) (Pérez, L., 2011).

Los colores UV no perceptibles por el ojo humano se crean por la interacción de una capa estructural y un recubrimiento de carotenoides que juegan el papel de una especie de filtro, dando lugar a una reflectancia en el pico del UV (Pérez, L. 2011).

---

<sup>234</sup>Tipo corteza





**Figura 106. Color azul, estructural no iridiscente en un arrendajo azul, *Cyanocitta cristata***

Cuando en la estructura de la capa exterior de la pluma denominada cutícula está pigmentada con carotenoides amarillos o psittocafulvinas, se mostrará como verde (Hudon, 2005; Senar, 2004; Pérez, L., 2011) al igual que se producirá la reflectancia UV.

Cuando las plumas con color estructural (azules o verdes por ejemplo) se mojan, estas se verán más oscuras debido a que las células rellenas de aire se saturan de agua (Heinroth, 1979, citado por Senar, 2005) proyectando otro tipo de reflexión. Este es un proceso reversible cuando la pluma se seca si no se ha variado la nanoestructura de la pluma.

### **Colores cosméticos**

Los colores cosméticos son aquellos colores que se depositan en el plumaje del pájaro bien procedente del medio ambiente (es adquirido por las plumas ya desarrolladas, no considerándose pigmentos biológicos (Hudon, 2005, p. 138), o bien como componente del aceite uropigial (Dorst, 1976; Ginn & Melville, 1983; Piersma et al., 1999, citados por Senar, 2004).

El primer caso, respondería por ejemplo al depósito de óxidos de hierro obtenidos de la tierra y el agua que se fijan entre los gránulos microscópicos de las bárbulas. (Dorst, 1976, citado por Senar, 2004). El óxido de hierro se ha encontrado en unas 120 especies diferentes como el quebrantahuesos (Negro et al., 1999; Negro et al., 2002, citados por Senar, 2004).



**Figura 107.** Color cosmético a base de óxidos de hierro en un Quebrantahuesos, *Marcha cicloturista*.

Proporcionan colores rojos o amarillos que son relativamente estables, comparándolos con los pigmentos que se aplican algunas culturas indígenas en la piel y el pelo (Hudon, 2005).

Respecto al segundo caso, ya se ha indicado anteriormente en la descripción de los carotenoides que la secreción de la glándula uropigial de algunas especies contiene carotenos; de esta manera, al extender el recubrimiento por el plumaje, el ave está aportando una coloración al mismo. Algunas especies que se aplican un aceite uropigial coloreado son la gaviota vulgar (Senar, 2004) o el flamenco rosa, *Phoenicopterus roseus*. Este último potencia su coloración rosa adquirida en la alimentación de crustáceos con este tipo de fórmula para atraer a sus parejas (Amat, Rendón y Garrido-Fdez, Garrido, Rendón, 2010).



**Figura 108.** Color biocromo (carotenoides) y color cosmético a través del aceite uropigial en un flamenco

Existen también algunos procesos anormales en la formación del color (Aves del Uruguay, s.f.) que dan lugar a coloraciones infrecuentes en las aves. Éstas han de ser tenidas en cuenta durante los procesos de restauración. Entre ellas se encuentra el albinismo, esquizocromatismo, eritocromatismo o el jantocromatismo, leucismo (Falta de depósito de eulomelanina en las plumas, que se muestran algunas zonas con plumas blancas o más clara), pero a diferencia de los albinos, tienen los ojos normales).

#### 9.1.1.4. Recubrimiento superficial (aceite uropigial o preen oil)

Como ya se ha venido apuntando, las aves poseen una protuberancia o papila (glándula uropigial) en la zona del uropigio (parte final de la "espalda") que segrega un aceite (aceite uropigial).

La composición de este aceite aún no está muy clara. Parece ser que está formado en gran medida por ceras de distinta conformación (mono, di y tri-éster básicamente)<sup>235</sup>. Además contiene porciones más pequeñas de sales inorgánicas, restos celulares y proteínas (Arnoldsson, 2010).

El porcentaje de lípidos y el tipo en la composición varía entre las diferentes especies de aves: por ejemplo la proporción de lípidos polares es más elevado en pollos que en otras especies (Farner y King 1982, citado por Arnoldson, 2010).

El pájaro recoge este aceite con el pico y lo extiende sobre sus plumas. Se cree que éste cumple una función protectora contra la radiación UV<sup>236</sup>, parásitos<sup>237</sup> e impermeabilizante<sup>238</sup> entre otras. Existe numerosa bibliografía sobre el aceite uropigial, aunque aún no se ha definido claramente su función y composición, quizás porque existen diferentes factores que hacen difícil esclarecer estas cuestiones como que la composición del aceite varíe de unas especies a otras<sup>239</sup>, el tamaño de la glándula uropigial, la edad<sup>240</sup> o el sexo del animal o la alimentación.

Se ha comprobado que los aceites que se encuentran en el plumaje no sólo provienen de la glándula uropigial<sup>241</sup>, sino también de la piel y ambos poseen diferentes componentes. (Farner & King 1982, p. 308, citado por Arnoldson, 2010).

Aunque la función de los aceites no está clara, se comparte la idea de conservarlos (Arnoldson, 2010). Como defienden numerosos conservadores<sup>242</sup>, como se verá en los siguientes capítulos, se debe conservar este aceite sobre el espécimen no solo por sus funciones protectoras frente a diversos factores de deterioro, que ayudará indirectamente en las tareas de conservación de este tipo de

---

<sup>235</sup> Las ceras son moléculas de hidrocarburos de cadena larga con enlaces éster de uno a tres (mono-di-tri) (Sandilands et al., 2004, citado por Arnoldson, 2010).

<sup>236</sup> Las ceras mono éster poseen muchas propiedades, como por ejemplo la resistencia a la oxidación, que permanecen solidificadas a distintas temperaturas y que son poco solubles en agua (Arnoldson, 2010).

<sup>237</sup> El aceite cumple también una función higiénica, ya que los diferentes estudios han demostrado que protege contra la acción de hongos, bacterias (Reneerkens et al. 2011, citado por Arnoldsson, 2010) y parásitos como piojos (Moyer et al. 2003, citado por Arnoldsson, 2010). De hecho, estas infecciones (hongos) se producen más frecuentemente en zonas donde el animal no puede llegar, como la cabeza. También podría proteger contra el raquitismo al ser una fuente de Vitamina D (Farner y King 1982, citado por Arnoldsson, 2010). Debido al olor que emite, podría también funcionar como una fuente de comunicación (Arnoldsson, 2010).

<sup>238</sup> Respecto a las propiedades impermeabilizantes que defienden muchos autores, se ha de señalar que las aves acuáticas tienen la glándula uropigial especialmente grande respecto a otras aves. Por otro lado, también se discute sobre si dicha impermeabilización no responde también a la propia estructura de la pluma que impide que el agua penetre al generar cierta tensión superficial. Otros estudios determinaron que al eliminar la glándula uropigial de los patos, las plumas se rizaban y secaban (Farner y King 1982, citado por Arnoldsson, 2010). Por ello se piensa que cumple también una función nutritiva e hidratante, dotando a la pluma de flexibilidad. Otros estudios apuntan como fuente de la impermeabilización a la existencia de la queratina en polvo que produce el ave (Christensson citado por Arnoldson, 2010).

<sup>239</sup> Actualmente se están realizando estudios sobre la composición del aceite uropigial de diferentes especies en concreto, como por ejemplo el realizado sobre la codorniz doméstica por Tobón Román, Molina y Bothert., 2002, ya que como se ha visto la composición del mismo depende de muchas variantes.

<sup>240</sup> La composición química de los lípidos de secreción de la glándula puede variar de acuerdo con el desarrollo (Kolattukudy y Sawaya, 1974, citado por Arnoldson, 2010) o de la etapa de cría (Arnoldson, 2010).

<sup>241</sup> La glándula uropigial se especializa en la síntesis de lípidos (Salibian y Montalti, 2009).

<sup>242</sup> Entre ellos Allyson Rae que ha realizado numerosas publicaciones y estudios sobre este tema

colecciones, sino también por su vertiente estética y científica.<sup>243</sup> Sin olvidar que como obra de arte, el aceite uropigial forma parte de un todo, siendo un elemento inherente al espécimen.

---

<sup>243</sup> No olvidemos que se tratan de colecciones albergadas en Museos de Ciencias

### 10.2.2 Mamíferos (Mammalia)

Los mamíferos constituyen un grupo muy diverso (pueden ser muy pequeños o muy grandes, volar, habitar bajo tierra, en el mar, sobre la tierra o en los árboles, tener más actividad nocturna, diurna o crepuscular, etc.), aunque comparten características evolutivas propias de su especie como:

- Sus hembras poseen glándulas mamarias, que segregan leche para alimentar a sus crías.
- La mandíbula está conformada sólo por el hueso dentario y la articulación de la mandíbula con el cráneo se efectúa entre el hueso dentario y el escamosal.
- Los mamíferos (excepto varios animales que viven en el agua que por adaptación al medio lo han perdido) tienen pabellones auriculares ("orejas").
- Son los únicos animales con pelo presente en casi todas las etapas de su vida, inclusive en el estado embrionario, y todas las especies, en mayor o menor medida, lo tienen.
- El diafragma (solo presente en mamíferos y aparece de forma atrofiada en algunas aves) separa la cavidad torácica de la abdominal.

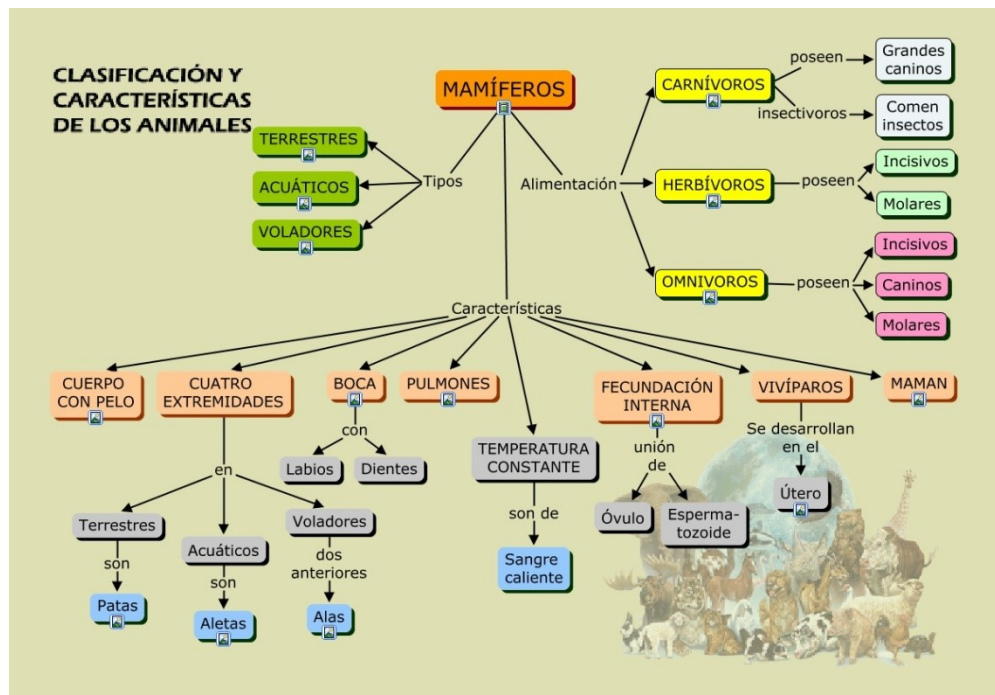


Figura 109. Características de los distintos mamíferos.

La gran adaptabilidad de los mamíferos les ha llevado a habitar todos los ecosistemas del planeta (desiertos, altas montañas, océanos, climas fríos, etc.; sin embargo, algunas especies habitan sólo en un continente), lo que ha dado lugar a multitud de diferencias anatómicas, fisiológicas y de

comportamiento (como el tipo de locomoción ya que pueden reptar, saltar, nadar o volar, o la alimentación: son omnívoros o están especializados en una dieta determinada).

A continuación se adjunta una tabla en la que podemos ver los diferentes grupos que conforman la clase mammalia con algunos ejemplos.<sup>244</sup>

---

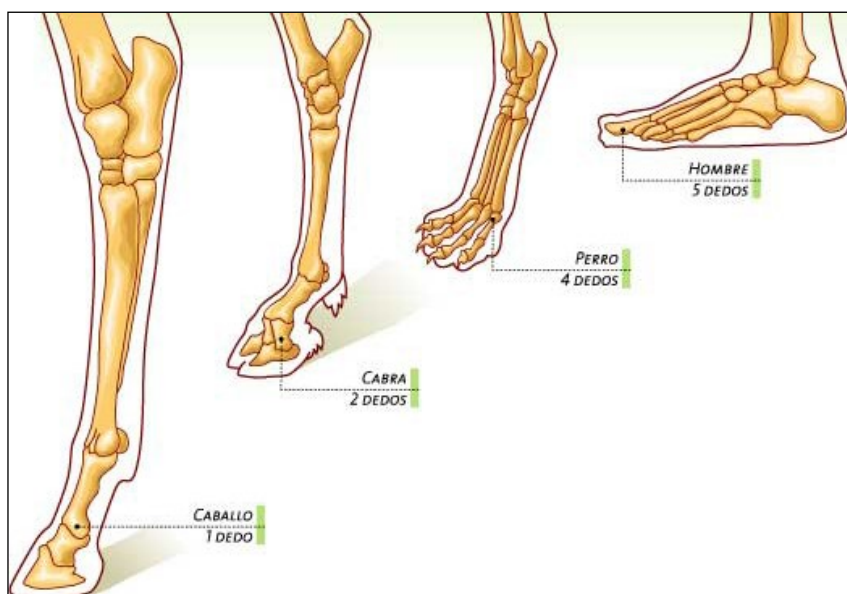
<sup>244</sup> Esta tesis doctoral no abundará, como en el caso de las aves, en las múltiples variedades de mamíferos que existen y en su morfología, hábitat, costumbres, sociabilización, etc. ya que no constituye su objetivo. Como se ha indicado, la intención de incluir información sobre la biología de aves y mamíferos es la de aportar la documentación imprescindible para abordar la conservación-restauración de ejemplares naturalizados.



Subcase		Características	Orden	Características del orden	Ejemplo
PROTOTERIOS		Mamíferos ovíparos muy primitivos. Poseen pico	MONOTREMAS		Edquina, ornitorrinco
TERIOS	METATERIOS	Vivíparos sin placenta. La cría se desarrolla en el marsupio	MARSUPIALES		Canguro, Koala, Umboat, Bandicut
	EUTERIOS	Vivíparos con placenta que une al embrión con la madre	XENATROS Y TUBULIDENTARIOS	Dentadura atrofiada	Oso hormiguero, armadillo y perezoso
			ROEDORES, HIRACOIDEOS Y LAGOMORFOS	Herbívoros, carecen de caninos y poseen incisivos de crecimiento continuo	Conej, rata, ardilla, marmota, castor
			UNGULADOS	Herbívoros y omnívoros (suidos). Carecen de caninos.	Elefante, équidos. Bóvidos, tilópodos
			CETACEOS	Vida acuática. Sin miembros posteriores. Poseen aletas	Ballena, delfín, cachalote, marsopa
			SIRÉNIDOS	Herbívoros de vida acuática	Vaca marina, dugón, manatí
			FISÍPEDOS	Carnívoros con colmillos, garras, y uñas	Cánidos, félidos, mustélidos
			PINNÍPEDOS	Carnívoros de vida acuática con colmillos y aletas	Foca, morsa, elefante marino
			INSECTÍVOROS, DERMOPTEROS Y FOLIDOTOS	Se alimentan de gusanos e insectos. Uñas y molares de punta	Topo, musaraña, erizo, cagúan
			QUIRÓPTEROS	Voladores e insectívoros o fructívoros	Murciélago, zorro volador, vampiro
			PRIMATES	Extremidades prensiles, plantígrados. Omnívoros con la dentadura completa	Simios, gorilas, chimpancés, orangutanes, humanos

Figura 110. Distintos grupos que conforman los mamíferos

Como ocurría con las aves, el tipo de dieta determinará rasgos anatómicos, como la forma de la boca y de los dientes<sup>245</sup> o el tipo de pies,<sup>246</sup>.



**Figura 111. Distintas conformaciones de las patas de los mamíferos**

El aparato locomotor es el conjunto de sistemas y tejidos que posibilitan el mantenimiento del cuerpo del animal y su movimiento. Formado por el sistema muscular, el sistema articular y el sistema óseo. Debido a su importancia en las naturalizaciones, se tendrá en cuenta fundamentalmente la piel y este último.

Existe una gran diferencia entre los esqueletos de especímenes de gran tamaño como un elefante, o de pequeño volumen como una rata. Estos últimos se suelen preparar de manera muy parecida a las aves, es decir conservan varios huesos originales. Algunos grandes mamíferos solo conservan la piel, ni siquiera el cráneo o la cornamenta.

El esqueleto se puede clasificar en dos partes básicas<sup>247</sup>, el axial, consistente en varios huesos distribuidos a lo largo del eje central del cuerpo (cabeza<sup>248</sup>, columna vertebral<sup>249</sup> y caja torácica<sup>250</sup>) y el esqueleto apendicular, que comprende los huesos de las extremidades y de las cinturas que las

<sup>245</sup> Los dientes están altamente especializados en función de los hábitos alimenticios, y son sustituidos por regla general, una vez en la vida.

<sup>246</sup> Además de las cuestiones alimentarias, también influyen en la adaptación de estos rasgos físicos el tipo de locomoción, terreno, etc.

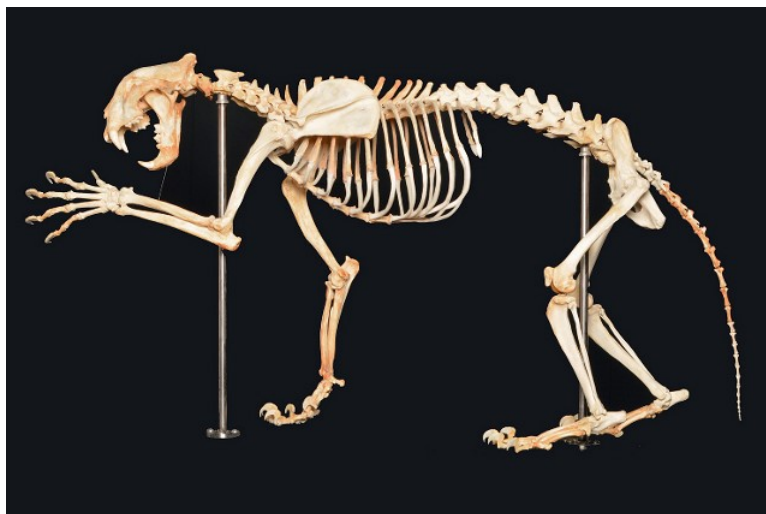
<sup>247</sup> Existen otros hueso en el cuerpo que no nombraremos aquí

<sup>248</sup> Cráneo y mandíbula

<sup>249</sup> Vértebras cervicales, torácicas, lumbares, sacras y caudales o coxígeas.

<sup>250</sup> Esternón y costillas.

anclan al cuerpo (cintura escapular),<sup>251</sup> extremidades anteriores,<sup>252</sup> cintura pélvica<sup>253</sup> y extremidades posteriores).<sup>254</sup>



**Figura 112. Esqueleto de mamífero**

El comportamiento de los mamíferos es también muy variado; depende del tamaño del animal o del hábitat, por ejemplo, y pueden hibernar, nadar, etc. Desde el punto de vista social pueden ser solitarios, vivir en pareja, en pequeños grupos familiares o en medianas y grandes comunidades (manadas).

La piel está formada por la epidermis (capa externa), y la dermis (capa interna) y un estrato de grasa que protege de las pérdidas de calor<sup>255</sup>. En ella aparecen el pelo y las glándulas mamarias y está implicada en funciones tales como proteger al animal, su termorregulación, excreción de productos de desecho, la comunicación animal y la producción de leche a través de las glándulas mamarias.

Otras formas cutáneas de naturaleza córnea son las uñas, garras, cuernos, astas, cascos, pezuñas y el pico (ornitorrinco).

De la misma manera que se ha hecho con las aves, se dedicará especial atención al pelaje, ya que esta tesis se centra principalmente en la conservación-restauración de pieles montadas.

#### Pelaje

El pelaje en los mamíferos está constituido por diferentes tipos de pelo que recubren su cuerpo: el pelo de cobertura, primario o principal, el de barba o secundario y el vello.

El de cobertura<sup>256</sup> tiene mayor longitud y es el que proporciona principalmente el color al animal por estar pigmentado. Es abundante en el cuerpo y su función principal es la de protegerlo (contra

---

<sup>251</sup> Clavícula y omóplatos o escápulas

<sup>252</sup> Húmero, cúbito, radio, carpos, metacarpos y falanges.

<sup>253</sup> Ilion, isquion y pubis

<sup>254</sup> Fémur, rótula, tibia, peroné, tarsos, metatarsos y falanges.

<sup>255</sup> Como ya hemos visto en el tema 5

<sup>256</sup> También llamados pelos de guarda o jarra

agresiones del medio como rasguños o la radiación UV). El secundario cumple una función similar pero menos significativa.

El vello o borra es muy fino y corto, se encuentra con mayor profusión que los dos anteriores y cumple una función básicamente aislante (termo-higrométrica).

En animales marinos como sirénidos (manatíes) y los cetáceos (delfines, ballenas y orcas) la presencia de pelo en el cuerpo es casi inexistente, pero todos los mamíferos sin excepción tienen pelo en algún momento de su vida como ya se ha señalado.

Algunos pelos así mismo han sufrido especializaciones. Son las vibrisas, conocidas también como bigotes. Suelen encontrarse en zonas determinadas del cuerpo en forma de penachos y proporcionan al animal información sensorial de tipo táctil (están asociadas a células nerviosas), para orientarse o ayudando a la localización de presas. Suelen localizarse alrededor del hocico del animal, pero pueden hallarse en otras partes del cuerpo como en las ancas (en ciertos murciélagos). Éstos son de los escasos pelos que se pueden encontrar en cetáceos y manatíes.

Otra especialización son las espinas defensivas de algunos animales (erizos).

El color del pelo es, principalmente, fruto de una coloración a base de melanina (como ya se ha visto es una coloración bioquímica). Existen dos tipos: la eumelanina y la felomelanina. La mayoría de los mamíferos están pigmentados con los dos tipos (llamado patrón agutí que se caracteriza por una banda amarilla de pigmento cerca de la punta de los pelos).



**Figura 113. Patrón agutí**

Los pelos negros se deben a que hay más presencia de eumelanina, que es más oscura que la felomelanina.

El pelo blanco se debe a la ausencia total de pigmentación (Botanical-Online, s.f.)

Las porfirinas se producen también en el pelo de los mamíferos. (Hudon, 2005). Como ya se ha señalado, su función principal es la de mantener la temperatura constante del animal<sup>257</sup> frente al frío y al calor, pero también cumple otras funciones, como son el camuflaje y comunicación (cortejo,

<sup>257</sup> Homeotermia

defensa, ofensiva, etc.). Algunos han adaptado este pelaje con una clara función defensiva (erizo o equidna).

El mimetismo, como forma de camuflaje, se suele dar especialmente en zonas frías (inviernos largos y el ártico), donde el pelaje de algunos animales se vuelve completamente blanco en invierno para confundirse con la nieve y el hielo. Este es el caso por ejemplo de la liebre ártica.



**Figura 114.** Pelaje de invierno y de verano de la liebre ártica, *Lepus arcticus*.

Existe otro efecto llamado contra coloración, muy útil para “las presas” en el cual los animales son más oscuros por arriba, y en la zona ventral más claros. Se da especialmente en especies acuáticas y arborícolas. Si un depredador se sitúa por encima, lo puede confundir con el fondo del agua y con el color oscuro de las copas de los árboles y a la inversa, visto desde abajo, el vientre se confunde con el cielo (zona más iluminada por el sol). Esta contracoloración también es útil para los predadores permitiéndoles acercarse mucho a las presas sin ser vistos.



**Figura 115.** Contracoloración en un delfín común, *Delphinus delphis* (A) y un castor canadiense, *Lontra canadensis* (B)

**Debe tenerse esto en cuenta y no confundir estas características con deterioros al estimar que la parte superior se muestra más clara por efecto de exposición a la luz y la parte inferior al estar más “escondida” conserva una coloración más oscura.**

Otro tipo de coloración es la que se denomina críptica. La utilizan igualmente depredadores y presas. Ejemplo de la primera es el guepardo, donde sus manchas negras imitan las sombras de la vegetación sobre el suelo de la sabana. Las cebras utilizan esta coloración para confundirse las unas con las otras,



ya que suelen vivir en manadas y de esta forma confundir al depredador que no podrá identificar con precisión a la pieza (función disruptiva).

También se dan diferencias de coloración en las crías de algunos mamíferos con el fin de que pasen más desapercibidas frente a los depredadores, ya que son más vulnerables. Al ser más pequeñas, por ejemplo, pueden confundirse mejor con el suelo (caso del jabalí).

Al igual que las aves, los mamíferos también utilizan su pelaje para comunicarse con su misma especie o con otra. Por ejemplo, los conejos y ciervos levantan la cola y muestran la parte inferior blanca con el fin de avisar de un peligro; también para avisar a un depredador de que son peligrosos (tejón y mofeta por ejemplo).

Los mamíferos también mudan su pelaje debido a que con las inclemencias del tiempo se va deteriorando. También, como hemos visto, para adaptarse a las nuevas condiciones medioambientales que se producen a su alrededor. El tipo de muda dependerá del clima asociado: los animales que viven en climas templados suelen mudar varias veces a lo largo del año, sin embargo aquellos que habitan en zonas donde se producen unos cambios estacionales muy marcados suelen adaptarse a los mismos, como se ha comentado, buscando estrategias de camuflaje o de suficiencia energética. Estas mudas se producen también en el paso de cría, joven a adulto.

**En el siguiente capítulo se realizará una descripción más detallada de la composición de los materiales biológicos que forman parte de la composición de los animales naturalizados como las plumas o el pelo, con el fin de que el conservador-restaurador pueda comprender la selección de productos y metodologías de trabajo que pueden emplearse durante la restauración de especímenes naturalizados.**



## 10.2. MAMÍFEROS Y AVES (MORFOLOGIA Y CONSTITUCIÓN)

### 10.2.2. MAMÍFEROS

---

## 11 MATERIALES CONSTITUTIVOS, METODOLOGÍA Y RECETAS (FÓRMULAS) EMPLEADAS EN EL MONTAJE DE ESPECÍMENES NATURALIZADOS

### 11.1 INTRODUCCIÓN

Los montajes de taxidermia y los trofeos de caza pueden ser muy complejos (NPS, 1999), estar contruidos con una gran variedad de materiales y utilizando diversas metodologías que han variado enormemente con el paso del tiempo o de unas regiones a otras (distintas escuelas, disponibilidad de materiales, etc.).

Además, a esto se le suma que algunas especies son difíciles de preparar, ya desde el desollado. Por ejemplo, las palomas o los pequeños paseiformes tienen la piel muy fina y otros las plumas muy sueltas, echándose la piel a perder con facilidad si por ejemplo se presiona ésta en exceso. Una paloma torcaz, *Columba palumbus*, se descompone tan rápido que a veces se “pasa” según se está desollando. Algunas aves son tan pequeñas y delicadas que son difíciles de manipular. Así mismo, la piel del cuscús, *phalanger maculatus* y del conejo de cola de algodón americano es muy delicada. Dentro del espécimen algunas zonas son de difícil elaboración, como cuando se trata de reproducir la translucidez de la nariz de un petauro del azúcar, *Petaurus breviceps* (Hangay y Dingley, 1985).

Los “pasos” para montar un animal naturalizado se han descrito a grandes rasgos en capítulo anteriores pero básicamente, serían los siguientes:

- Desollado/Descarnado
- Remojo<sup>258</sup>.
- Preparación de la piel por piquelado o/y curtido
- Realización de bocetos, modelos a escala, toma de medidas (estas actuaciones no siempre están en este lugar, pueden hacerse antes inclusive de matar al animal).
- Elaboración de la armadura interna
- Realización del cuerpo (relleno, modelado, moldeado o tallado)
- Colocación de los ojos y otros elementos artificiales como encías, paladares y lenguas si los animales se reproducen con la boca abierta.
- Colocación de la piel, fijación con alfileres o/y adhesivo para que no se mueva, cosido y secado<sup>259</sup>.
- Acabado final: Pintado y a veces barnizado de las zonas que han perdido su color o brillo.
- Colocación sobre peana, escenario, etc.
- Acicalamiento final (peinado, abrillantado<sup>260</sup>).

<sup>258</sup> Sólo si se trata de un mamífero. Las aves, por lo general, no se mojan, a no ser que tengan manchas de sangre.

<sup>259</sup> El secado externo de pelos o pluma se hace en esta fase y con secadores de pelo (de aire caliente) y aquí se realizan las colocaciones pertinentes de pelos o plumas. Si se realizase una vez seca la piel, es imposible llevarlas a su sitio.

Algunas fases varían o cambiarían de lugar en la lista anterior también según la época, la técnica o el tipo de animal entre otros factores, pero este esquema da una idea de cuál es la metodología general para hacer la pieza y qué componentes/elementos pueden aparecer.

Desde el punto de vista morfológico, generalmente, un animal naturalizado está compuesto de una armadura interna, sobre ésta un relleno o maniquí que proporciona la forma, y éste es vestido con la piel preparada (curtida o piquelada)<sup>261</sup>.

Cómo ya se ha indicado, las pieles en las colecciones de historia natural se pueden conservar de muchas maneras, como pieles de estudio, en fluido o momificadas entre otras. Pero, en determinadas ocasiones, estas pieles son montadas, bien con una planificación previa (el animal se ha conservado para que sea montado), o a partir de una piel de estudio de la que *a posteriori* se decide hacer una naturalización.

También se puede dar el caso contrario, en el que un animal naturalizado se desmonta y se guarda o conserva sus componentes por separado, o se desecha la parte del relleno conservando la piel para otros propósitos, bien como integrante de la colección de pieles o para restaurar otros especímenes, por ejemplo.

Por otro lado, el animal al morir pierde algunas de sus "cualidades" como el color de algunos tegumentos<sup>262</sup>, como sucede en las patas, la cera<sup>263</sup> de rapaces, palomas y otras aves, el color de la cara, crestas, picos u hocicos y la morfología de zonas cartilaginosas como las orejas, la lengua, y hocicos en mamíferos. Estos últimos serán luego imitados por medios artificiales o son tratados para reproducir la forma original. Los ojos también se deterioran (pierden su morfología) y son sustituidos.

En ocasiones se conservan algunas partes del animal, como son algunos huesos de las patas y alas en el caso de aves, el cráneo<sup>264</sup> en ocasiones, junto con los dientes en mamíferos, patas, pezuñas, pico en aves, etc.

Todo ello se expondrá más detalladamente a continuación, cuando se describirán, por un lado, los elementos originarios de aves y mamíferos y, por otro, aquellos materiales que han sido añadidos por el hombre durante su elaboración y que sustituyen a aquellos órganos y tejidos que no pueden conservarse con una morfología adecuada al morir el animal, o son más propensos a pudrirse, como son los ojos.

Además, durante el proceso de ejecución se aplican productos de diferente naturaleza y finalidad como son las soluciones curtientes, desinfectantes, lubricantes, limpiadores, etc. Dichos productos se especificaran en el área dedicada a las recetas.

---

<sup>260</sup> Esto no suele hacerse, aunque algunos taxidermistas si lo emplean como se verá en el capítulo de recubrimientos externos.

<sup>261</sup> Actualmente esto suele ser así sólo en aves o mamíferos pequeños ya que en grandes mamíferos la estructura interna, a partir de los años 80 del siglo XX puede ser la propia escultura en resina+fibra de vidrio o poliuretano.

<sup>262</sup> El tegumento es un revestimiento epitelial que cubre las superficies externas del organismo, separándolo y protegiéndolo del medio externo. También de algunos órganos internos. La piel por ejemplo es un tegumento.

<sup>263</sup> Es una membrana carnosa que se encuentra en la parte superior del pico de algunas aves. Su color y aspecto varía de unas especies a otras y periodos estacionales.

<sup>264</sup> El cráneo, en el caso de las aves se desuella del revés, dejando sólo una unión con la parte trasera del pico limpiándose cuidadosamente todo el interior de cualquier resto de vísceras o músculos. En el caso de los mamíferos, el cráneo se extrae por completo y se somete a cocción u otros procedimientos para limpiarlo en su totalidad. Esta limpieza preserva al animal de parásitos o futuras podredumbres.

Los animales naturalizados suelen estar montados en una peana, percha, en caso de algunas aves, o bien formando parte de una reproducción del ambiente (hábitat), en solitario o con otros especímenes, como un diorama o un grupo biológico. En estos últimos casos se incorporan nuevos elementos que forman parte indisoluble de la naturalización.

En esta descripción se hará hincapié en la naturaleza material del espécimen con el fin de conocer su comportamiento frente al envejecimiento, interacciones con otros materiales y comportamiento durante las operaciones de restauración.

Aunque existen similitudes en el tratamiento y componentes de los especímenes naturalizados, se ha preferido separar aves y mamíferos, ya que existen tratamientos y materiales que no se utilizan para unos aunque sí para otros, debido principalmente al tamaño de las piezas.

## 11.2 AVES NATURALIZADAS (PIELES MONTADAS)

Parece ser que los primeros animales que se reprodujeron eran de tamaño reducido como reptiles, aves y pequeños mamíferos.

En un principio, los métodos empleados eran muy variados, como han demostrado los estudios con RX, aunque gracias a las publicaciones que fueron surgiendo, como se ha indicado en el capítulo anterior, estos métodos se fueron estandarizando (Dickinson, 2006).

Las primeras aves montadas que se han conservado contenían casi todo el esqueleto sustentado por un alambre y estaban rellenas por una serie de materiales blandos que comprendían diferentes tipos de fibras naturales (Carter y Walker, 1999). Posteriormente fueron dejándose únicamente los huesos de las alas, patas y el cráneo, vaciado del cerebro y los ojos.

Sea cual sea el método elegido (Dickinson, 2006), tras la muerte del animal el cuerpo (la carne) se retira a través de una incisión en la piel<sup>265</sup> (desollado). El tipo de corte varía de unos taxidermistas a otros. Bécœur, por ejemplo, en el montaje de sus piezas, realizaba un solo corte ventral (Hangay y Dingley, 1985) y conservaba el esqueleto entero, incluyendo los ligamentos, al que añadía una estructura de alambre metálico tras haber eliminado la carne cuidadosamente<sup>266</sup>. Luego, lo rellenaba con algodón o lino picado y cosía el vientre (Hangay y Dingley, 1985). La mayoría de las aves, además del corte ventral, llevan un corte en el cuello, por la parte superior del mismo y a la altura del hueso occipital, y de 3 o 4 cm hacia abajo, para facilitar la salida de la cabeza a modo de guante, ya que

---

<sup>265</sup> Esta se prepara aparte eliminando la carne indeseable y la grasa, y antiguamente se aplicaba sobre la cara interna de la piel un conservante, en forma de polvo seco o un jabón a base de arsénico; a veces las plumas se trataban con un lavado que contenía arsénico o “sublimado corrosivo. (Dickinson, 2006). Como se verá en el punto de recetas, el arsénico fue sustituido por bórax dada su toxicidad. Este proceso tenía que hacerse con cuidado para no manchar las plumas, no siendo recomendable lavarlas porque se podía dañar su morfología y el color.

<sup>266</sup> Los huesos que permanecerán en el animal como pueden ser los de las alas, el cráneo y las patas se limpian cuidadosamente para que no se corrompan. Éstos ayudarán a sustentar al animal junto con una armadura de alambre.

en su mayoría el cráneo de un ave es más grueso que su cuello y no salen dándoles la vuelta. Solo en algunas galliformes como perdices, faisanes, etc. no es necesario este corte.

Actualmente, los rellenos pueden ser de diferente naturaleza, como se verá más adelante. Tras formar el cuerpo, se monta la piel y, para fijarla en su sitio durante el secado, se insertan alfileres u otros elementos de sujeción como tiras de papel en las alas, si éstas se presentan extendidas: se coloca y arregla el plumaje (y el pelaje) y, tras un periodo de secado, se colorean las partes carnosas que han perdido su color (Hangay y Dingley, 1985).

Los ojos de vidrio se colocan a continuación. Estos se disponen sobre una cama de diferentes materiales para sujetarlos. Otras "camas" pueden ser modeladas con arcilla y a veces se aseguran los ojos con una mezcla muy dura de yeso y cola animal. (Dickinson, 2006).

Posteriormente, el ave como se ha señalado, se fija en una base o elementos sustentantes (peanas de madera o más elaboradas, troncos, etc.), o englobada dentro de un diorama. Tras emplazar al animal se le coloca en una postura lo más parecido posible a su estado natural. En esta fase, dice Luis Castelo Sardina, se diferencian los taxidermistas buenos de los malos (com. personal, 2015).

### 11.2.1 Morfología

---

Los especímenes naturalizados, por tanto, suelen estar constituidos por elementos naturales y artificiales. Un ave naturalizada consta de:

#### Elementos naturales:

- Piel
- Anexos cutáneos (Plumas, patas con escamas, pies y uñas, pico, crestas, cera y otros elementos en caso de tenerlas<sup>267</sup>).
- Huesos

#### Elementos artificiales:

- Armadura interna metálica (No siempre está presente).
- Cuerpo artificial de diferentes materiales.
- Relleno del cerebro
- Ojos artificiales.
- Lengua reproducida y otras partes del pico como el paladar.
- Peana o elemento sustentante.

---

<sup>267</sup> En las naturalizaciones antiguas se conservaban estas partes, aunque muy deformadas y existían técnicas para mitigar la deformación.

## 11.2.2 Descripción de los elementos constitutivos

---

### 11.2.2.1 Naturales

#### Sistema tegumentario

##### **Piel/grasa**

Allyson Rae y Barbara Wills describen la piel de las aves en dos capas, la dermis (principalmente formada por colágeno y elastina) y la epidermis (contiene más cantidad de queratina<sup>268</sup>), separadas por la capa de Malpighi, membrana basal donde se produce el crecimiento celular. (Rae y Wills, 2002).

A la queratina de la epidermis se la conoce como queratina suave, frente a la conocida como queratina dura<sup>269</sup> que es la que compone el pelo, cuerno, garras, picos, escamas y las plumas<sup>270</sup>. (Rae y Wills, 2002)

Las células de la parte más externa de la epidermis se van muriendo durante el crecimiento celular de la piel formando una película reseca, protectora frente a la humedad. Esta capa contiene algunos lípidos y proteínas solubles que le dan cierta elasticidad y suavidad. La función de estos lípidos, aunque no está clara, parece ser lubricante y de barrera frente al agua.

Actualmente se cree que la epidermis juega, en la secreción de "preen oils", un papel mayor al que se creía antiguamente (Jacob y Ziswiler 1982, citado por Rae y Wills, 2002).), ya que se considera complementario al realizado por la glándula uropigial. (Rae y Wills, 2002).

La epidermis de los mamíferos es más suave que la de las aves dada su composición, ya que las células de la epidermis están llenas de queratina amorfa y de fibrillas cristalinas ((Lansborough Thomas 1964; Fraser et al 1972; Mercer 1961, citado por Rae y Wills, 2002)

Sin embargo las pieles de las aves son más delgadas y menos flexibles que las de los mamíferos, siendo más susceptibles de sufrir daños como desgaste durante su envejecimiento. (Rae y Wills, 2002).

Como se recordará, bajo estas capas se encuentra un sustrato de grasa más o menos importante especialmente en aves acuáticas, siendo importante una buena eliminación de la misma durante la preparación. El tejido adiposo se acumula especialmente en el islote torácico y en el abdomen (Rosana Mattiello).

---

<sup>268</sup> La queratina, formada por proteínas (polímeros compuestos por aminoácidos), es el nombre genérico aplicado a aquellos materiales proteicos resistentes que incluyen el pelo, escamas, pezuñas, cuernos, uñas, garras, pico y plumas). Tiene una naturaleza hidrofóbica que es la que aísla al animal frente al agua. (Kite, 2006).

<sup>269</sup> Que posee menor contenido de proteínas solubles en agua y mayor contenido de azufre (de 15-18 % frente al 2-4 % de la blanda), siendo capaz de formar enlaces disulfuro. Esto es importante en el caso de cómo actúan estos elementos con los contaminantes a base de azufre.

<sup>270</sup> La estructura molecular de la queratina de las plumas es diferente de la queratina dura de los mamíferos (Fraser et al. 1972, citado por Rae y Wills, 2002).



**Estas diferencias entre la piel de mamíferos y aves y entre unas especies y otras van a marcar profundamente los procesos de curtido y piquelado de la piel y por tanto su comportamiento frente al deterioro y los tratamientos a emplear durante la conservación.**

### **Anexos cutáneos**

#### Plumas:

Están compuestas aproximadamente por un 91 % de proteína, 8 % de agua y 1% de lípidos. La proteína que forma la pluma es la queratina, cuya estructura da a la pluma su fuerza y flexibilidad (Bishop Museum, 1996).

La queratina de la pluma<sup>271</sup>, escamas garras y picos<sup>272</sup> ( $\phi$ -queratina) difiere morfológicamente de la queratina de la epidermis y los pelos<sup>273</sup> de los mamíferos ( $\alpha$ -queratina). La primera forma una estructura laminada frente a la helicoidal de la segunda (Hudon, 2005). Esta diferencia en composición y estructura marca el comportamiento frente a los agentes ambientales como la humedad o los contaminantes.

Básicamente una pluma se compone de:

1. Vexilo
2. Raquis
3. Barbas
4. Plumón
5. Eje hueco, cálamo.



La morfología de los diferentes tipos de plumas varía enormemente. Pueden encontrarse diferentes plumas en función de la parte del cuerpo del ave: tectrices, plumón, remeras o rémiges (primarias, secundarias, terciarias, coberteras), timoneras o rectrices y filoplumas que cumplen funciones diferentes dentro del cuerpo. Las plumas polvo, parecidas al plumón, suelen encontrarse en aves que carecen de glandula uropigial. Estas no se mudan y tienen un crecimiento continuo para compensar la desintegración del extremo distal en un polvo con el que el ave se acicala, que parece sustituir la acción del aceite uropigial, como impermeabilizante y antiparásitario.

El raquis, también conocido como cañón, se inserta en el cuerpo a través del cálamo. Del raquis salen las barbas y de las barbas las bárbulas, que se enlazan entre sí a modo de cremallera y encajan mediante ranuras en la bárbula adyacente (Schaeuffelhut et al, 2002).

<sup>271</sup> Alto contenido en glicina, serina, prolina, leucina, y ácido glutámico

<sup>272</sup> Las plumas, escamas en forma de escudo (escutate scales), garras y pico de las aves (y algunos reptiles) se componen de una subclase de  $\beta$ -queratinas que se conoce como las queratinas de plumas, o  $\phi$ -queratinas (Brush, 1978, citado por Hudon, 2005)

<sup>273</sup> Tienen más metionina y lisina y un contenido de prolina inferior (Brush, 1978, citado por Hudon, 2005)

La parte de abajo de la pluma tiene una estructura de barbas y bárbulas, con una morfología esponjosa debido a que éstas carecen de ganchitos y no se ordenan espacialmente.

La parte más cercana al cuerpo es el plumón, cuya característica especial es que aísla más del frío.

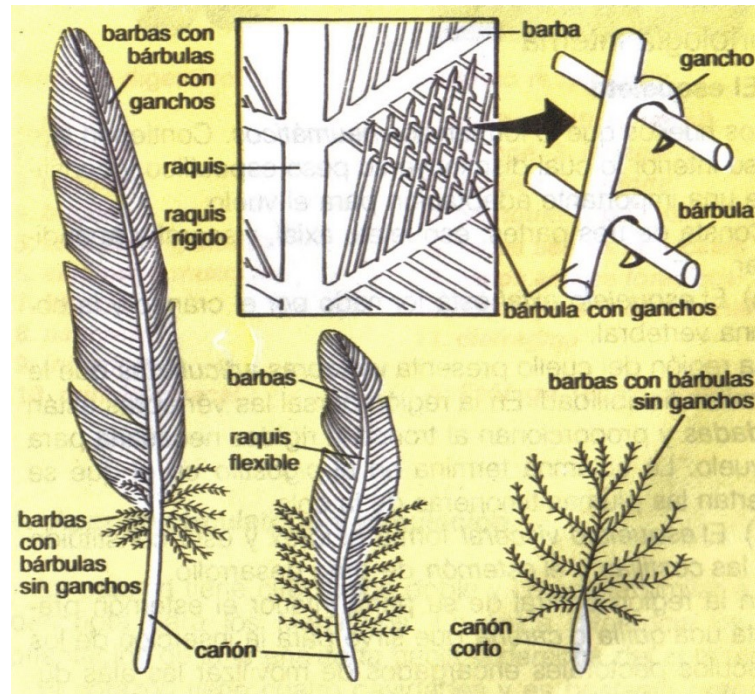


Figura 116. Distintos aspectos de la pluma

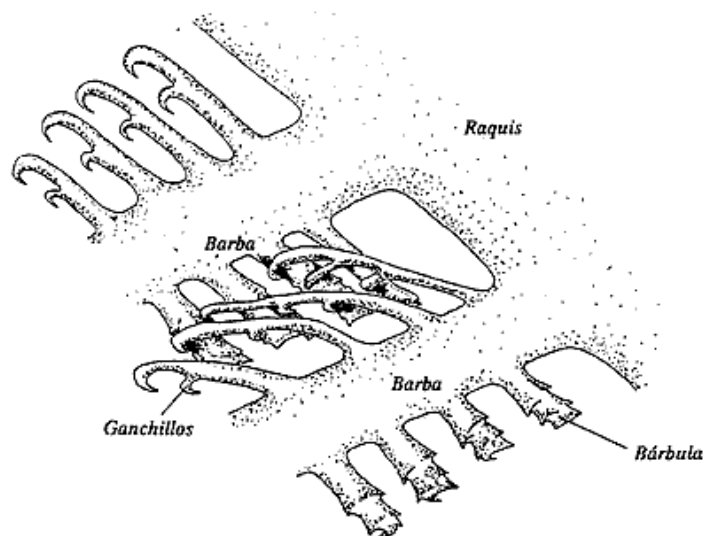


Figura 117. Manera en la que se unen las barbas entre sí

**La ruptura o deformación de estas estructuras juega un papel primordial en la posibilidad de una restauración o no.**

Existen ciertos apéndices o remates formados por plumas como son la cresta, el copete o penacho como podemos ver en la abubilla o la cacatúa, las egretas, las orejas, la gola o los discos faciales (Clara, 2008).



**Figura 118. Abubilla, *Upupa epops*, con penacho**



**Figura 119. Buho real, *Bubo bubo*, con orejas**



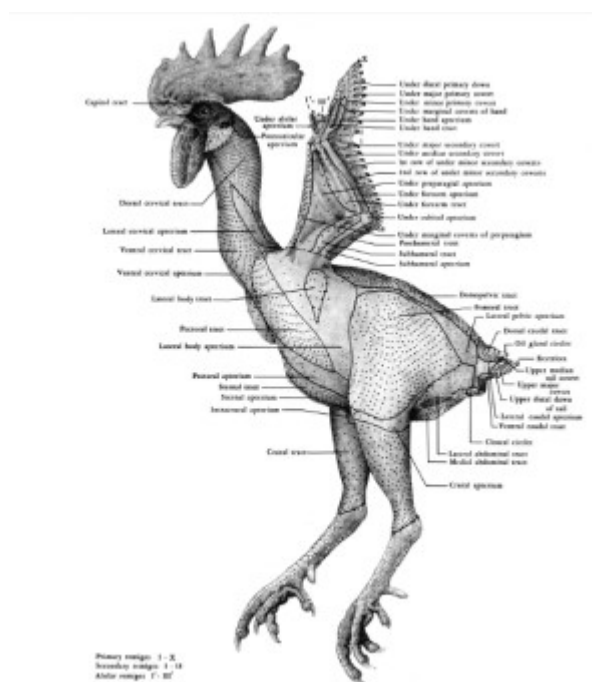
**Figura 120. Discos faciales en el Carabo lapón, *Strix nebulosa*.**

Estas zonas en muchas ocasiones aparecen deformadas o despeinadas en el ave naturalizada y hay que darle forma, determinando su posición, levantada o bajada en el caso por ejemplo de orejas o del penacho, en función de las emociones del ave que el taxidermista ha querido describir.



**Figura 121. Distintos Búhos Reales naturalizados con las orejas agachadas (A) o levantadas (B)**

En la mayoría de las aves,<sup>274</sup> la distribución de las plumas no se da de manera uniforme sobre el cuerpo; esto se conoce como pterylosis, existiendo zonas muy pobladas y otras casi desnudas (Hudon, 2005).



**Figura 122. Pterylosis.**

En las zonas desnudas, a menudo la piel presenta colores vistosos formados al igual que en las plumas por colores químicos y físicos (estructurales) o por la combinación de ambos. Estas zonas pueden hallarse alrededor del ojo (anillo ocular, periorbitario y orbital), en toda la cabeza y parte del cuello

<sup>274</sup> Excepto las aves ratites como el avestruz.

como en buitres y cóndores. También en el cóndor se halla el pliegue gular, que es un área desnuda que se encuentra entre las ramas de la mandíbula, garganta o parte anterior del cuello.

#### Patas y piel con escamas/uñas y otros tegumentos.

Las uñas o garras son formaciones cornificadas (queratinizadas) que encierran la falange distal de cada dedo. Nacen en el interior de la dermis y crecen constantemente. Las poseen mamíferos, aves y reptiles. Algunas aves además tienen unas protuberancias óseas en el tarso del pie. Su función suele ser como arma defensiva.

Además de los apéndices córneos comunes, algunas especies de aves tienen otras formaciones carnosas y tegumentos endurecidos especializados como son la cresta carnos<sup>275</sup>, la carnúcula<sup>276</sup> o el escudete<sup>277</sup> entre otras.

#### **Sistema óseo:**

**Huesos de las aves:** El esqueleto de las aves suele ser más ligero que el de los mamíferos, ya que gran parte de sus huesos contienen aire (neumatización) en vez de médula ósea. Estas cavidades neumotizadas se encuentran comunicadas con el aparato respiratorio y facilitan la capacidad de vuelo.

Son más ricos en sustancias inorgánicas (fosfatos cálcicos) que los huesos de los mamíferos y la morfología en los huesos largos, donde la cavidad medular está conformada por una red de trabéculas, aumenta la resistencia del hueso. Por esto, los huesos de las aves son más duros pero frágiles y menos elásticos que los de los mamíferos. Al romperse se astillan con facilidad e imposibilitan en veterinaria, dada su estructura, la inserción de placas de metal o clavos, prefiriéndose el uso de fijadores externos (Gil y Ramírez, 2008)

**Esto hay que tenerlo en cuenta cuando se acometan en especímenes montados tareas de consolidación y fijación, perforaciones de huesos fracturados o desarticulados, dada su fragilidad (aunque no sería un criterio muy adecuado perforar un hueso, como se verá en el capítulo de restauración, es un tipo de intervención que sí se efectúa).**



**Figura 123. Interior del hueso de un ave**

---

<sup>275</sup> Estructura formada por un pliegue de piel desnuda que sobresale por encima de la cabeza. Por ejemplo el cóndor la posee.

<sup>276</sup> Son apéndices carnosos que se encuentran en la cabeza, sobre el pico como en el cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus*.

<sup>277</sup> Formación de tipo escudo que se encuentra sobre la frente de algunas especies y que presenta en general colores llamativos, gallaretas.



Cráneo y Pico: Casi en la totalidad de los casos se encontrarán el cráneo y el pico sin disociar en la pieza naturalizada, aunque el pico es un anexo cutáneo. El cráneo presenta una forma abovedada, dos grandes órbitas separadas por un fino septo interorbitario y los huesos de la cara adaptados para formar el pico. Gran parte de los huesos del cráneo se encuentran neumatizados, es decir, como se ha indicado, compuesto por cavidades (red de trabéculas) entre dos finas láminas de hueso compacto.

El pico constituye el aspecto externo de la boca característico de las aves y otros animales. Está compuesto por un maxilar superior (valva superior) formado por los huesos premaxilar, maxilar y nasal y otro inferior (valva inferior) formada por cinco huesos que se fusionan formando la mandíbula (Gil y Ramírez, 2008), recubierto por un revestimiento corneo llamado en su conjunto ranfoteca. Carece de dientes.

**Estas estructuras huecas determinarán el tipo de tratamiento que podrá emplearse, por ejemplo la presión ejercida durante una consolidación.**



**Figura 124.** Interior de un pico de tucán toco *Ramphastos toco* y de un Calao rinoceronte *Buceros rhinoceros*

#### 11.1.1.1. ARTIFICIALES

##### Armadura interna



Las armaduras internas suelen ser en aves, un alambre más o menos grueso según el tamaño del animal, conformado a modo de un esqueleto. Suele estar realizado con acero galvanizado,<sup>278</sup> como indican numerosos manuales de taxidermia, facturas de material de compra, etc. aunque se han encontrado algunos de latón<sup>279</sup> (Gil et al., 2014) o hierro. Además Pierre François Nicolas (1743-1816), boticario y químico francés, en su manual *Méthode de préparer et conserver les animaux de toutes les classes*, cita el empleo de ambos materiales como alambres internos (Nicolas, 1800).

Cada escuela tiene una manera particular de realizarla, pudiendo “datarse” a un animal gracias a ello<sup>280</sup>.

El grosor de los alambres varía, lógicamente, en función del tamaño del animal, de la postura que desee proporcionarse<sup>281</sup> y del peso (Goñi, 1960). En los diversos manuales se suelen adjuntar unas tablas en las que se indica el tamaño del alambre en función del tipo de animal<sup>282</sup>. Los ejemplares que aparecen pueden variar en estas tablas, ya que no todos los países tienen la misma fauna; por ello, cuando se estudia una pieza, es recomendable consultar la bibliografía relacionada con el taxidermista o, en caso de ser inexistente, del país originario donde se ha elaborado la pieza, si se desconoce el autor. No debe olvidarse, a pesar de lo indicado, que las técnicas han evolucionado a través del tiempo.

Los alambres suelen sobresalir varios centímetros de la base de los pies para poder fijar la pieza a la peana. También a veces sobresalen de las alas, aunque se suelen cortar una vez seca el ave, y de la cola, que a veces se deja sin cortar para darle una forma estable a la misma. De la cabeza también sale el alambre que se corta y disimula una vez seca la pieza.

Como se verá en el capítulo de deterioros esto suele provocar en ocasiones algunos deterioros.

---

<sup>278</sup> El acero galvanizado es un acero (mezcla de hierro con una cantidad variable de carbono para variar sus propiedades físico químicas), recubierto con una capa de zinc para protegerlo de la corrosión. Se utiliza el zinc como material de sacrificio frente al acero.

<sup>279</sup> Aleación de cobre y zinc.

<sup>280</sup> Morris (1983,1986) señalada que estas semejanzas y diferencias son útiles en la datación de los especímenes mediante estudios con Rayos X. (Carter y Walker, 1999).

<sup>281</sup> Si el animal apoya su cuerpo más sobre la parte posterior por ejemplo, la armadura en esta zona debe ser más robusta a diferencia de si tiene cuatro puntos de apoyo, es decir las cuatro patas posadas.

<sup>282</sup> Mario Goñi muestra en 1960 un cuadro donde se presentan los distintos diámetros de los alambres para distintas aves. Por ejemplo en el grupo de 0,5 a 0,6 mm de diámetro de alambre se encuentran el reyezuelo y el trepador y en el grupo que comprende los 4,5 a 5 mm el buitre, el cóndor y el abanto (Goñi, 1960).



**Figura 125. Pavo cuya estructura es mitad alambre, mitad esqueleto**



**Figura 126. Radiografía loro Duquesa de Richmond**



**Figura 127. Radiografía águila Real Hermanos Benedito.**

### **Cuerpo artificial/ Relleno**

Los elementos de relleno son aquellos encargados de proporcionar el volumen y las formas que poseía el animal en vida (Goñi, 1960).

Existen documentos ilustrados (cuentas) que hacen referencia a cómo se preparaban las piezas; entre ellos Carter y Walker citan los de Bullock (1817), Brown (1885) y Hornaday (1921), citado por Carter y Walker, 1999).

Los materiales escogidos para el relleno varían en función del tipo y el tamaño del animal (Pequinot, 2000). Esta afirmación es válida tanto para aves como para mamíferos. Ni siquiera en un mismo ejemplar se usa el mismo material para todas las regiones del cuerpo. (Goñi, 1960).



**Figura 128. Distintos rellenos de un ave**

A principios del siglo XIX se cuentan más de una veintena de materiales diferentes que van desde estopas<sup>283</sup>, heno<sup>284</sup>, paja<sup>285</sup> de trigo o centeno, crines, pelo (de vaca, cabra, gato, o conejo), lana o algodón.

También se han utilizado productos derivados de los árboles como el aserrín o serrín,<sup>286</sup> cortezas de árboles como del olmo, tilo, o morera, o virutas de madera de sauce, álamo o pino para conformar los cuerpos artificiales (Pequinot, 2000).

Otros materiales empleados han sido arena, algas de praderas marinas o espumas (estos últimos son más modernos). Otros preparadores han optado por masillas, yeso, o arcilla en forma líquida para rellenar la piel, aunque este procedimiento era engorroso y daba lugar a que la pieza fuera sensible a las variaciones de temperatura (Pequinot, 2000).

En el siglo XX a esta lista se podría añadir gasa, viruta de corcho, lana de madera<sup>287</sup>, cartón piedra, escayola, arcilla, musgo o corteza de pino (Goñi, 1960)

Mario Goñi, señala, además, que algunos de ellos deben ser calentados antes de su uso o ser tratados con alcanfor en polvo para prevenir la aparición de insectos. (Goñi, 1960).

<sup>283</sup> La estopa es la parte basta o gruesa del lino o del cáñamo, que queda en el rastrillo cuando se peina y rastrilla, y la tela gruesa que se teje y fabrica con esta fibra.

<sup>284</sup> El heno es la hierba seca o las plantas de legumbres secas, cortadas y utilizadas como alimento para los animales. Las flores de pasto también suelen formar parte de la mezcla. Puede estar compuesto por una gran variedad de plantas de pasto y por lo tanto su calidad varía.

<sup>285</sup> Es el tallo seco de algunas gramíneas especialmente de los cereales llamados de caña como son el trigo, centeno o arroz entre otros.

<sup>286</sup> Es el deshecho que se produce al serrar madera.

<sup>287</sup> Fibra de madera picada. Ha sido muy empleada durante mucho tiempo en el relleno de aves (Carter y Walker, 1999).



**Figura 129. Relleno de un búho real con lana de madera y otras fibras**

**Figura 130. Relleno de un pato con fibras muy finas.**

De todos estos materiales cada uno presentaba ciertas ventajas e inconvenientes:

La estopa como era cara, casi tanto como el algodón, se usaba en ocasiones para aislar los alambres del contacto de las pieles, especialmente en las extremidades (Alejandro Villaverde y Julia Pérez, 1958?, p. 24).

La paja y la viruta son algunos de los materiales que más se han utilizado, dado su coste económico y que aportan gran cantidad de volumen. La paja, además, se ha utilizado para dar más consistencia a la escayola (Alejandro Villaverde y Julia Pérez, 1958?, p. 24).

El esparto y la paja se preferían para preparar aves de grandes dimensiones (Pequinot, 2000, p. 55).

El problema del serrín es el peso que aporta y la fragilidad del animal (Pequinot, 2000, p. 55).

El algodón, aunque es el más caro, es el que mejor se ajusta a las formas sin crear bultos extraños (Alejandro Villaverde y Julia Pérez, 1958?, p. 24).



**Figura 131. Relleno de un pato con hatillos de algodón**

Las algas ya citadas se han usado en zonas de costa. Se suelen utilizar para animales de tamaño mediano o grande pero su uso era restringido porque, al tener gran cantidad de sal, son muy higroscópicas y absorben humedad, llegando a humedecer las pieles. Si se mezclan con estopa picada se mejoran sus propiedades (Alejandro Villaverde y Julia Pérez, 1958).

El musgo se usa cuando se tiene un poder adquisitivo alto y debe utilizarse en seco (Alejandro Villaverde y Julia Pérez, 1958).

El corcho al ser un material económico, se ha utilizado para realizar rellenos en regiones como Cataluña y Extremadura (Alejandro Villaverde y Julia Pérez, 1958)

Actualmente, la mayoría de las aves se montan utilizando un cuerpo compacto (rígido o flexible) hecho con madera de balsa, Styrofoam®<sup>288</sup>, espuma de poliuretano moldeado (PU) (Dickinson, 2006, p. 131) Flexifoam<sup>289</sup>, o Rigid Foam<sup>290</sup> (Joe Kish, 1980), aunque también hay profesionales que siguen empleando lana de madera. La estopa sigue siendo utilizada para realizar el cuello y los músculos de las piernas. (Dickinson, 2006).

El pájaro se montaba con uno de los siguientes métodos:

Relleno blando: Donde los alambres se insertan a través del pie hasta el tracto del tendón en la parte posterior de la pata, y son unidos en el fémur y la tibia; en las alas pueden estar fijados de manera similar. Posteriormente, se insertan uno o varios alambres a través de la cola, en el cuello y la parte superior del cráneo. Se trenzan entonces todos los alambres juntos en la zona del cuerpo y la piel se rellena con estopa picada (fibra de yute), lana, algodón, hierba o cualquier otra considerada adecuada. Después de saturar de relleno el interior, el pájaro se fija a una base por medio de los alambres que sobresalen por los pies, se le da forma y deja secar. (Dickinson, 2006).

Atado (bind up) o hatillos: En este método, los alambres en las patas se colocan de manera similar al anterior, pero a diferencia de éste se elabora un cuerpo de forma ovoide uniendo heno, lana, lana de madera, estopa o turba tallada. A través de éste se coloca un alambre envuelto en algodón, estopa, lana o similar para realizar el cuello que sobresaldría por la parte superior del cráneo y los alambres de las piernas serían apretados a través del cuerpo. Tras coser la piel al igual que en el caso anterior se le daría forma. (Dickinson, 2006).

Joe Kish, basándose en las explicaciones de Coleman Jonas, cita (1980) tres formas básicas de hacer los rellenos: los primeros, conocidos como hatillos (Wrapped body), ya se han citado; los segundos consisten en tallar el cuerpo (en Styrofoam) y el tercero, el prefabricado (Joe Kish, 1980, p.33-38), se trataría de cuerpos rígidos producidos a nivel industrial mediante técnica de moldeo (éstos también se pueden realizar manualmente).

De esta manera, sumando los citados a los métodos antiguos, pueden hallarse cuatro maneras de reproducir un cuerpo:

- Mediante un relleno blando,
- La técnica de hatillos,
- El cuerpo tallado, y
- El cuerpo prefabricado (a través de métodos de moldeo).

---

<sup>288</sup> Poliestireno extruido (XPS).

<sup>289</sup> Poliestireno expandido (EPS).

<sup>290</sup> Rigid Foam® es una marca comercial de poliestireno extruido rígido (XPS).



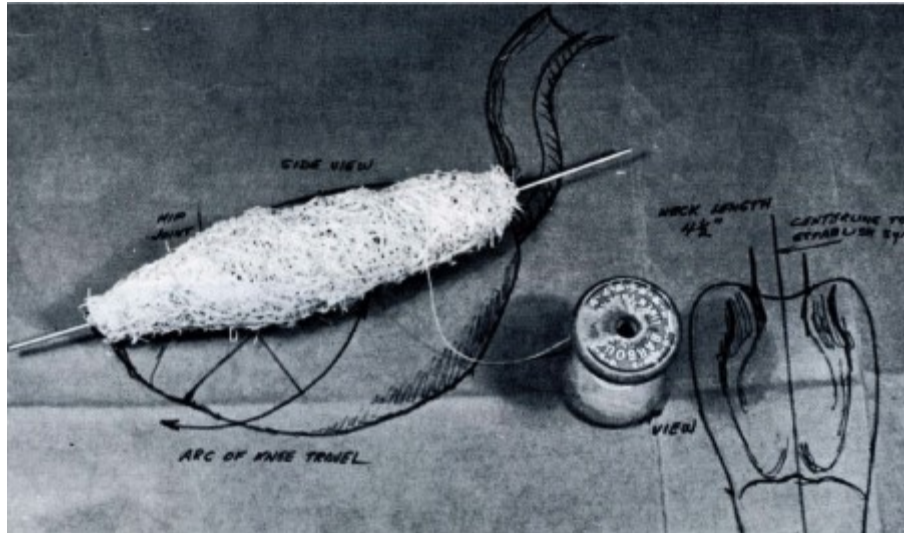


Figura 132. Cuerpo hecho de hatillos

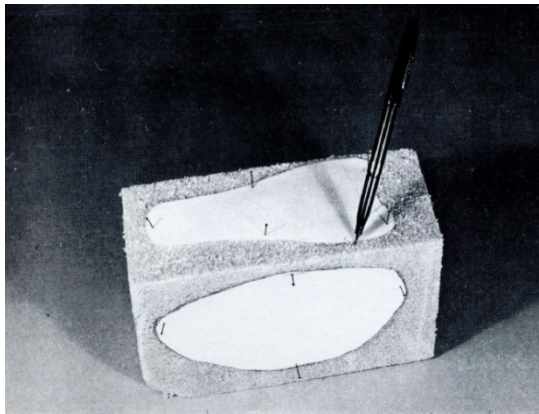


Figura 133. Cuerpo tallado

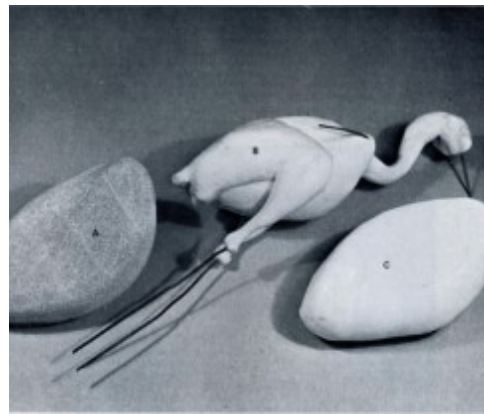


Figura 134. Cuerpos moldeados

Amandine Pequiot describe algunas preparaciones inusuales. Menciona también la preparación en "Saint Spirit". La piel desengrasada se coloca sobre una hoja de papel a modo de Espíritu Santo: se rellena y se presenta con las alas extendidas. Los ojos se reemplazan por ojos de esmalte (Pequiot, 2000).

Otro método consiste en la preparación "en tabla," en el que sobre un cartón se dibuja el perfil del ave y en éste se aplica una a una las plumas o el ala entera. El pico dividido en dos y las patas eran encolados al cuerpo ficticio (Pequiot, 2000).

Pero se pueden encontrar casos más raros, como los preparados por Charles Waterton que no usaba armadura de alambres, (Dickinson, 2006).

Según describe Manuel Llofriu, Waterton<sup>291</sup> (1885) abría el animal desde el ano hasta el comienzo del esternón, dejaba parte del esqueleto, como huesos de alas y patas y a veces parte del cráneo, e impregnaba la piel con un sublimado corrosivo<sup>292</sup> y rellenaba el cuerpo con algodón. Los ojos de esmalte se colocaban sobre el algodón. Para muchos, su método de montaje sin alambre ya se había

<sup>291</sup> Taxidermia. Manual Práctico del disecador de animales y plantas

<sup>292</sup> Cloruro de mercurio.



usado y constituía una regresión. Además, según Llofriu, este método solo se podía emplear con aves de pequeño tamaño, ya que les faltaba solidez (Pérez, S., 2012)

#### Elementos de fijación: hilos de cosido y alfileres.

Los cortes efectuados para realizar el desollado posteriormente son cosidos. El descosido de estas partes constituye un deterioro que se hallará frecuentemente como podrá observarse en el capítulo dedicado a deterioros. En los diversos manuales de taxidermia se recomienda una metodología y materiales de cosido (hilos), en función del animal o zona a coser entre otros.

Mario Goñi recomienda utilizar hilo de bramante<sup>293</sup> y que éste tenga un tamaño proporcionado al grosor de la piel. Adjunta una imagen con las puntadas que se pueden dar, recomendando la número 2 para aves y mamíferos, porque evita la formación de bolsas e interfiere menos en el peinado posterior del pelaje y el plumaje. La 1 la recomienda para ofidios, batracios y peces. También recomienda anudar el cosido cada dos o tres puntadas para evitar que éstas cedan al añadir relleno complementario.

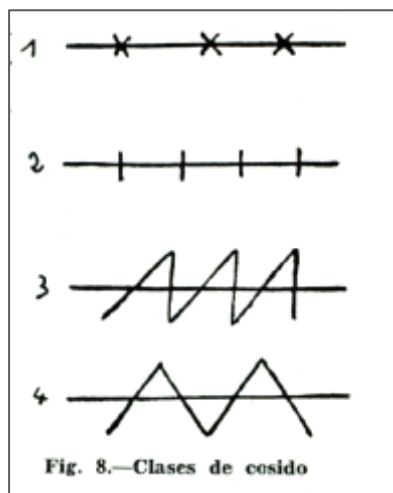


Figura 135. Tipos de cosido en taxidermia

<sup>293</sup> Hilo delgado cuya fibra es obtenida de la planta del cáñamo.

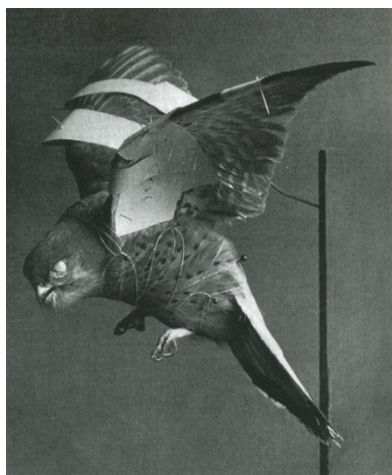


Figura 136. Halcón de Rowland Ward con fijaciones



Figura 137. Alfiler olvidado en el ala de un tucán

Por otro lado, durante el montaje de la piel “sobre el cuerpo modelado”, que se realiza estando húmeda, ésta se suele fijar al mismo con alfileres para evitar que se desplace de su lugar durante el secado (contracción de la piel). En ocasiones se colocan tiras de papel para conservar la forma de las alas o la cola por ejemplo. Algunas veces no se han eliminado todos los alfileres o clavos en las patas y pueden encontrarse algunos.

### Relleno del cráneo

Para evitar la fragilidad del cráneo y fijar los ojos y otros elementos como la lengua, éste se rellenaba con distintos materiales, preferiblemente arcilla<sup>294</sup> o también algodón.

El material como la arcilla se coloca en las orbitas de los ojos para fijarlos<sup>295</sup> (Villaverde y Pérez, 1958).

Goñi señala que, si se emplea algodón en la cavidad craneal, será imposible atravesarlo con el alambre que debe sobresalir por la parte superior del cráneo. Lo mismo ocurre si se coloca en la zona de los músculos que cubren el húmero o el fémur (Goñi, 1960).

### Ojos artificiales

Los ojos de los especímenes son sustituidos, ya que al secarse se arrugan y encogen y no pueden ser conservados<sup>296</sup> dentro de la naturalización.

Tanto en aves como en mamíferos los ojos son fundamentales para realizar un buen montaje. Morris señala que son uno de los elementos principales de la naturalización, “son los que construyen al

<sup>294</sup> La arcilla es un producto natural formado por silicato aluminico hidratado con sílice, óxido férrico, óxido de manganeso, carbonato de calcio y hierro. Ésta ha de ser tenaz y moldeable

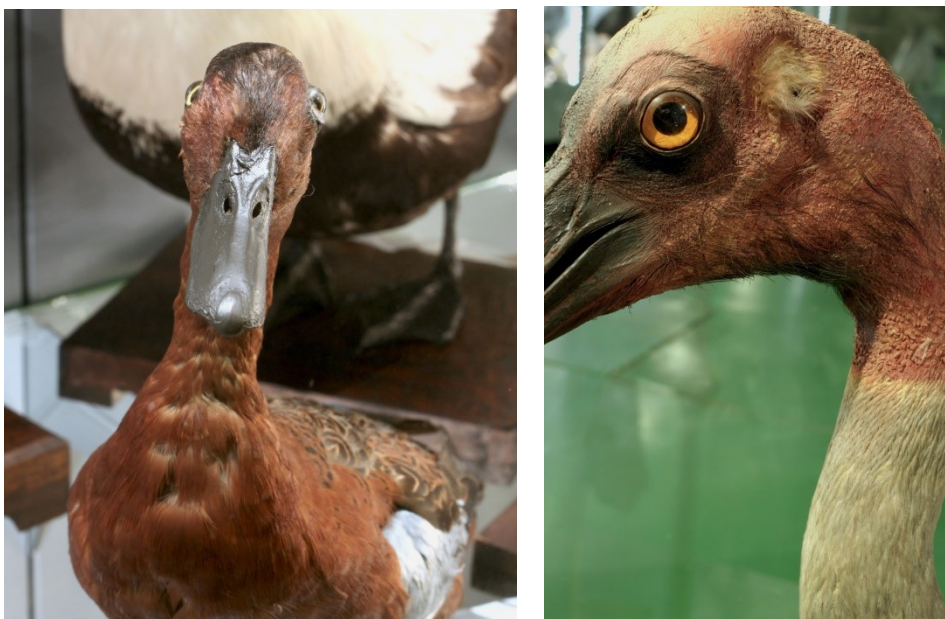
<sup>295</sup> Aunque cada vez se usa más la masilla epoxi (Dickinson, 2006).

<sup>296</sup> El humor acuoso que ocupa gran parte del ojo está compuesto por un 98 % de agua en la que están disueltas distintas sustancias. Esta composición tan rica en agua hace que el ojo al morir el animal al secarse se deforme.

montaje". (Morris, 2010). Expone además que la importancia de los ojos se debe a que los seres humanos se expresan visualmente y cualquier expresión derivada de ellos (los párpados caídos pueden expresar cansancio o astucia u ojos muy abiertos hostilidad o sorpresa) es captada por el ser humano como propia (Morris, 2010).

Montagu Brown, 1895 señala, al igual que Morris, que unos ojos bien coloreados, adecuadamente insertados y cuyos párpados han sido bien realizados, dan a la mayoría de los especímenes una apariencia natural (Montagu Brown, 1895).

La posición en la cabeza, el punto donde mira cada ojo o la situación en las órbitas con respecto a la cabeza, es vital para que un espécimen naturalizado parezca verosímil. (Morris, 2010).



**Figura 138. Colocación de los ojos en el eje de la cara**

Los ojos deben ser del tamaño y coloración adecuada además de estar orientados correctamente mirando en la misma dirección, con los párpados dispuestos de manera correcta y suelen estar alineados con el foco de las orejas (Morris, 2010, p.87). Un buen trabajo no solo requiere del estudio de los ojos en sí, sino también de los músculos adyacentes, en este caso encargados de mover la piel de los párpados (Morris, 2010, p. 87).



**Figura 139. Piezas del MNCN. El primero sin párpados, el segundo con ellos**

La técnica puede marcar también estas cuestiones. Se pueden ubicar los ojos antes de poner la piel o una vez ésta se ha colocado. La primera manera es la forma más adecuada, donde se producen menos errores ya que se alinean los ojos directamente teniendo como referencia el cráneo o la cabeza modelada. (Castelo Sardina, com personal).

Además, no resulta válido utilizar cualquier tipo de ojo solo porque tengan el tamaño adecuado (Morris, 2010). Mario Goñi recuerda que deben ser del tamaño y color del iris apropiado a la especie con la que se está trabajando, no del individuo, que puede variar de unos a otros, aunque existen especies a las que pueden ponerse ojos al azar (Goñi, 1960).

Éste además adjunta una tabla con los diámetros de ojos comúnmente empleados en diferentes animales:

<b>Mamíferos.</b>	Musaraña, ratón ... ..	2 a 4 mm.
	Comadreja, Rata ... ..	5 "
	Turón, Lagarto (saurio) ... ..	7 a 8 "
	Ardilla ... ..	8 a 9 "
	Conejos de indias y algunos monos ... ..	10 a 12 "
	Marta, Liebre, Perro de aguas ... ..	13 a 15 "
	Zorro, Cabrito, Perro ... ..	16 a 18 "
<b>Aves.</b>	Trepador periquito ... ..	2 a 2'5 "
	Verderón, Rulseñor, Canario ... ..	3 a 3'5 "
	Codorniz, Mirlo, Alondra ... ..	4 a 6 "
	Pito Real, Cuco ... ..	6 a 8 "
	Cerceta, Paloma, Perdiz, Loro ... ..	9 a 10 "
	Cuervo, Lechuza, Halcón de S. Martín ...	11 a 12 "
	Águilas en general ... ..	17 "
	Gran duque ... ..	21 a 23 "

Figura 140. Distintos diámetros de ojos en aves dados por Mario Goñi (1960).

Los ojos tradicionalmente se han realizado con vidrio<sup>297</sup> (Dickinson, 2006), esmalte<sup>298</sup> o combinando ambos.

Como curiosidad, puede hacerse referencia a lo indicado por Pierre François Nicolas, quien en su manual "Méthode de préparer et conserver les Animaux de toutes les classes" indica que para reproducir los ojos de las aves se pueden utilizar cuentas de rosario, que son cosidas en la órbita con hilo de seda encerada (Nicolas, 1800, p.82-83)

El Abad francés Denis Joseph Manesse, en su obra de 1787 titulada "Traité sur la manière d'empailler et de conserver les animaux, les pelleteries et les laines", dedica el capítulo 5 a describir cómo preparar ojos artificiales (Manesse, 1787).

Muchos manuales recogen esta descripción como el de Mario Goñi entre otros, ya que éstos eran elementos difíciles de conseguir y desde el principio en la industria los artesanos de ojos escaseaban y fueron desapareciendo paulatinamente.

#### Metodología de elaboración de los ojos

<sup>297</sup> El vidrio es el resultado de la fusión de sustancias inorgánicas a altas temperaturas (entre 1000 y 1500 ° C), dando lugar a una materia amorfa (con una estructura no cristalina) (Luis Pavao, 2001) y moldeable que, cuando se enfría, puede presentar características traslúcidas. Está compuesto principalmente por sílice, fundentes y estabilizadores (Luis Pavao, 2001). Los fundentes más empleados han sido la sosa y la potasa y como estabilizadores se han empleado fundamentalmente óxidos de calcio o de aluminio.

<sup>298</sup> Los esmaltes son sustancias vítreas con una temperatura de fusión más baja que el vidrio (entre 750 y 900 ° C). En el mercado existen esmaltes para vidrio con un punto de fusión muy bajo (generalmente de entre 500-600 ° C), (Estefanía Sanz Lobo, 2005), siendo útil si queremos fabricar nosotros mismos los ojos de forma casera. La coloración se puede hacer por disolución o por iones y proporciona colores transparentes, también con pigmentos donde los vidriados se vuelven opacos (Sanz, 2005). En el Recetario Industrial de Hiscox-Hopkins (2007) aparecen numerosas recetas para la fabricación de vidrio, cristal y esmalte.

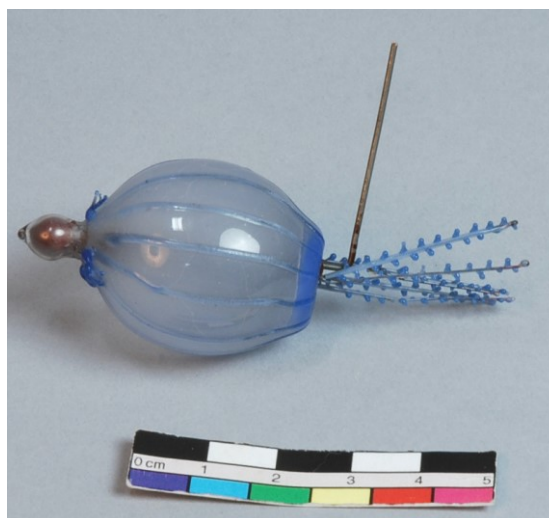


Mario Goñi, 1960 indica que los ojos son el atributo más difícil de encontrar en el mercado nacional, así que muchos “disectores” (taxidermistas) deciden fabricárselos ellos mismos. Alude al manual de Manuel Llofríu quién da unas indicaciones de los materiales y herramientas a emplear y el modo de hacerlos; pero posiblemente Manuel Llofríu se basaría en los ejemplos del Abad Manesse, porque los métodos que describen uno y otro son exactamente iguales. Goñi detalla los tres métodos: los dos primeros consistirían en añadir el esmalte y el vidrio poco a poco a un alambre (siendo más compactos) y el tercero más apto para ojos más grandes insuflando aire a través de un tubo (Goñi, 1960).

Se puede decir que estos métodos descritos son métodos de color al fuego. La metodología que puede seguirse para proporcionar color a los ojos consiste, como se ha explicado, en fundir masas de esmaltes, o también pueden conseguirse coloraciones mediante la aplicación de esmaltes coloreados en forma de pintura (serían los denominados “pintados a fuego”). Los ojos también pueden pintarse con otros materiales como por ejemplo al óleo, como se irá viendo más adelante, siendo métodos en frío.

#### Composición

Por el momento no se ha hallado ningún documento que explicara realmente la composición química del vidrio y los esmaltes utilizados para hacer ojos, en el ámbito de la taxidermia. Tan solo un trabajo de Astrid van Giffen, Katherine Eremín, Susanna Kirk, Jim Tate y Richard Newman que lleva por título “Deterioration and Preservation of Blaschka Glasses” sobre la caracterización del vidrio que hacían Leopold and Rudolf Blaschka, fabricantes de objetos de vidrio entre los que estaba la realización de ojos de este material. Aunque en el estudio se examina más las piezas que hacían reproduciendo animales invertebrados o elementos vegetales, éste da una ligera idea de qué materiales podían componer los ojos de vidrio de estos autores: hay piezas que presentan esmaltes en la superficie y otras están pintadas y recubiertas a mano en frío, utilizando resinas y colas naturales como aglutinantes, o gomas vegetales como recubrimientos, además de otros materiales como yeso o papel.



**Figura 141. Medusa de vidrio de Blaschka**



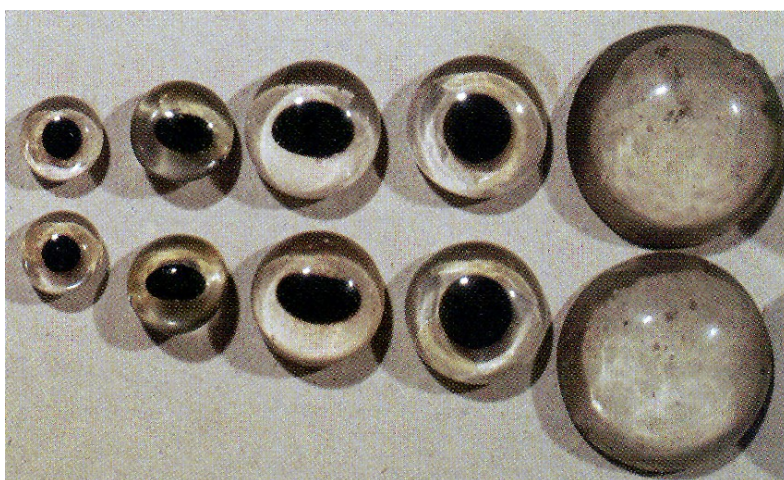
Parece ser que los ojos presentaban menos coloraciones hechas a mano, y estaban realizados a fuego con diferentes vidrios de color<sup>299</sup> aplicados en capas intercaladas con vidrio blanco y transparente. Algunos ojos estaban unidos a alambres de metal<sup>300</sup>. Éstos se han deteriorado menos con el paso del tiempo que aquellas piezas pintadas a mano o que presentaban otros materiales como el caso de las flores (Van Giffen et al., 2010).

Hoy en día se pueden encontrar casos en los que están realizados con resinas, como la acrílica (Dickinson, 2006). El problema de los ojos hechos con resina es que no son tan transparentes como el vidrio.

Dado el problema de adquisición de ojos de calidad por su elevado precio, algunos taxidermistas experimentaban en la fabricación de estos, como el taller de taxidermia Brañosa. Éste experimentó con la realización de ojos de metacrilato que luego se pulían dándoles la forma y se pintaban a mano en el reverso. Esta pintura era poco duradera. También experimentaron coloreando ojos de vidrio con pigmentos cerámicos en horno de cocción. Se usaron algunos, pero como refiere Luis Castelo Sardina, heredero de la saga, como los comprados en una empresa alemana de fabricación de ojos de la que no recuerda el nombre, no había ninguno (Castelo Sardina, com. personal, 2015). Por ello, siempre se han preferido los hechos a fuego, con pigmentos cerámicos en vidrio.

Pero no varía sólo la composición, sino también la configuración. Hay ojos de globo entero, de medio globo, con alambre para insertarlos y fijarlos con mayor facilidad, sin alambre, planos, más apuntados, con forma de "limón" adjuntando el lagrimal, de vidrio transparente o de vidrio transparente con pupila negra de esmalte (para ser pintados posteriormente), de esmalte blanco, y un largo etcétera.

**De esta manera, puede entenderse que no todos los ojos se van a comportar de la misma manera frente al envejecimiento, ya que están configurados y compuestos por materias diferentes, que varían de unas épocas a otras y de unas regiones a otras. Cada tipología va a presentar problemas determinados que podrán observarse en el capítulo dedicado a deterioros.**



<sup>299</sup> En el estudio se examinó por EDX el vidrio rosa de varias piezas, mostrando arsénico, plomo etc. en distintas concentraciones, pudiendo propiciar esto último el deterioro más pronunciado de unas reproducciones que otras.

<sup>300</sup> La mayoría de los metales usados eran de cobre o de latón, con algunas excepciones de hierro.

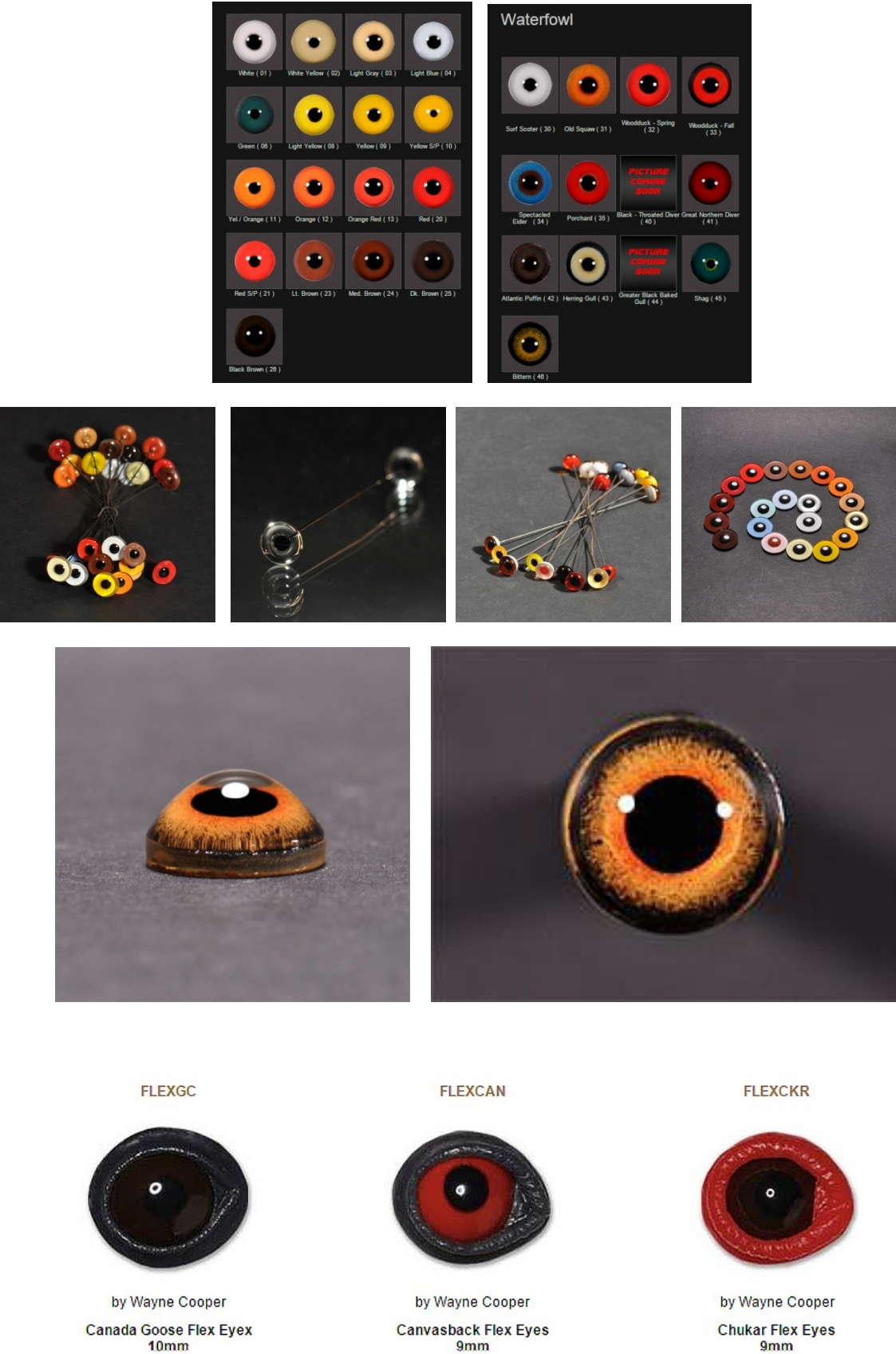


Figura 142. Distintas formas de ojos.

**Reproducción de la lengua y otros tegumentos.**

Al morir el animal estos órganos, se deterioran y deforman e históricamente en la mayoría de las ocasiones han sido sustituidos.

Montagu Brown decía que todos los problemas de deformación y encogimiento de ciertos tegumentos podrían ser evitados si se desollaba el pico y los labios en su extensión más larga, y se rellenaban con arcilla o lo que él llamaba "composition"<sup>301</sup> y después estas partes se enceraban y pintaban. (Brown, 1894).

La cera también se ha utilizado para modelar lenguas, o crestas entre otros, así como para revestir ciertas zonas simulando las mucosas, en la boca y los ojos (Villaverde y Pérez, 1958).

Otro compuesto, que puede citarse es "la masilla", que es una mezcla de albayalde y aceite de linaza utilizada para sustituir la cera cuando se necesitaba mucha cantidad, ya que ésta era más cara. Otra masilla que citan los mismos autores se elaboraba "con papel de periódico y engrudo" (Villaverde y Pérez, 1958).

Actualmente estas zonas se suelen realizar con resina como se verá en la parte dedicada a los mamíferos.

**Peana o elemento sustentante**

Cómo ocurre con cualquier objeto tridimensional donde la zona de apoyo es inestable, la pieza naturalizada debe estar fijada a una base.

El tipo de elemento sustentante lo va a determinar en gran medida la forma de los pies de las distintas aves (pies prensiles, caminador, vadeador, corredor o nadador).

En aves, antiguamente era muy utilizado el sistema de sujeción conocido como "perchas", que reproducía seguramente el "poyete" donde se agarraban con las patas las aves que vivían en cautividad y que generalmente tenían pies prensiles, como los loros o las rapaces. Los animales zancudos eran colocados sobre peanas planas de madera generalmente con una forma cuadrangular. Al evolucionar el concepto expositivo, las aves individuales con dedos prensiles (que antes se colocaban en perchas) empezaron a colocarse sobre ramas, preferiblemente de la zona de origen del animal u otro tipo de apoyos imitando rocas, peñascos, etc.

**Atrezo**

Gran parte de los animales no se encuentran exentos, sino que van acompañados con un escenario o con otros atributos. La amplia variedad de todos los elementos posibles en tales escenas hace difícil enumerarlos en este trabajo pero debe tenerse en cuenta que el restaurador puede tener que enfrentarse a materiales muy diversos, entre los que se encuentran las pinturas realizadas en lienzos (fondos de paisajes), otros elementos de la naturaleza, originales o artificiales como troncos, piedras,

---

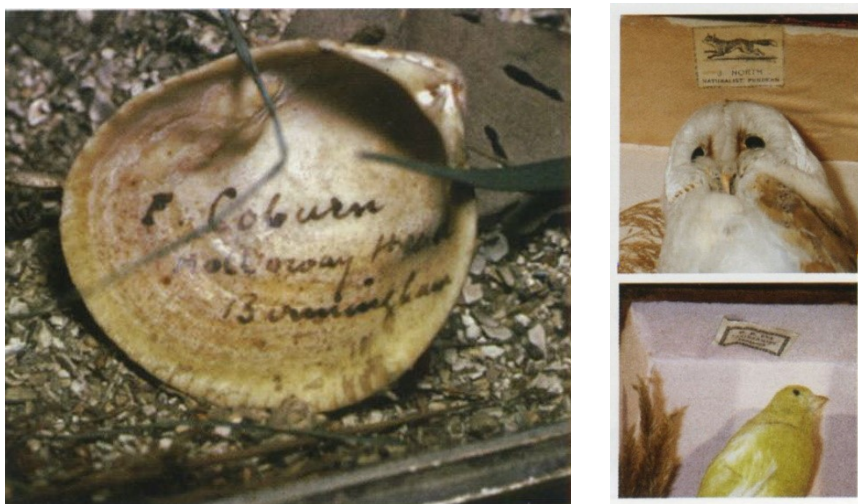
<sup>301</sup> Distintas mezclas cuya base son bien la arcilla, la cera o el yeso.

etc.. Así mismo, se pueden encontrar textiles y otros "objetos cotidianos" en animales humanizados, como ropa o cubertería de loza e hibridaciones en "falsificaciones" o la taxidermia artística actual, etc. Para intervenir estas piezas se deberá recurrir a los tratamientos de conservación y restauración empleados habitualmente en cada uno de ellos, como por ejemplo los textiles, pero siempre teniendo en cuenta, que forman parte de un grupo de materiales o sustancias muy ecléctico y deben ser intervenidos de manera muy meditada y calculada.

### Etiquetas e inscripciones

En las diferentes representaciones puede encontrarse la firma del autor en forma de etiquetas comerciales, sellos de la empresa, firmas manuscritas u otro tipo de indicaciones. También suelen aparecer etiquetas identificativas que portan la mayoría de los especímenes conservados en las colecciones de museos, con datos como el número de inventario, la especie o el tamaño, el colector, sellos o datos de restauraciones posteriores (las etiquetas identificativas se describirán en el capítulo de conservación preventiva).

Algunos taxidermistas aplicaban una "inscripción" hecha con un sello de goma para indicar su origen, o colocaban una etiqueta comercial impresa, pegada discretamente en alguna parte de la caja de cristal, en la zona posterior de la misma (Morris, 2010), en la peana, etc. Como ejemplo algunos taxidermistas de Cornualles como Vingoe de Penzance adjuntaba sus etiquetas al techo de las cajas. (Morris, 2010)



**Figura 143. Firma en una concha**

**Figura 144. Etiqueta comercial en el interior de una caja**

Sin embargo, muchas obras naturalizadas que han sobrevivido no llevan ninguna identificación del autor. Morris se plantea cual ha sido la razón de esta circunstancia: si se debe a la timidez del artista, que prefería permanecer anónimo, o podría deberse a una mala ejecución del trabajo que derivó en que el creador estuviera avergonzado o quizás podría plantearse que parecería presuntuoso para un taxidermista firmar la pieza de igual manera que un jardinero o un cocinero no reivindica la paternidad



de su obra (Morris, 2010). La autora de la presente tesis doctoral apunta hacia la última premisa como verdadera y relacionada con lo que se ha descrito sobre la jerarquía establecida entre el artista y el artesano que se ha producido siempre en el mundo del arte. Al artesano (ayudante, carpintero, etc.) se le consideraba inferior al artista.

Se desconoce en qué momento la etiqueta sirvió para anunciar la gama de servicios que ofrecía el taxidermista, proporcionando una información muy útil para los investigadores en la materia (Morris, 2010).

Especialmente las etiquetas antiguas aparecen con letras elaboradas e imágenes y algunas son muy bonitas. Tras aproximadamente 1870, se empezó a emplear un estilo menos elaborado con tipografía sans serif<sup>302</sup> lisa. Estas etiquetas solían mostrar solo el nombre y la dirección del taxidermista, a veces con algunas palabras adicionales como “naturalista” o “disecador de bestias y aves” (Morris, 2010).

Las etiquetas que se aplicaban en las traseras de las cajas podían ser más grandes y elaboradas. Como ejemplo, Morris muestra la etiqueta de Henry Nash Pashley de la que dice es realmente hermosa (Morris, 2010).



Figura 145. Etiqueta de Henry Nash Pashley muy historiada

Sin embargo muchas etiquetas han amarilleado/amarronado con el tiempo, siendo difíciles de leer. Otras, escritas con tinta china, se han desvanecido, especialmente si han estado expuestas a la luz solar. (Morris, 2010).

<sup>302</sup> Tipo de letra llamado también de palo seco, que no tiene remates.

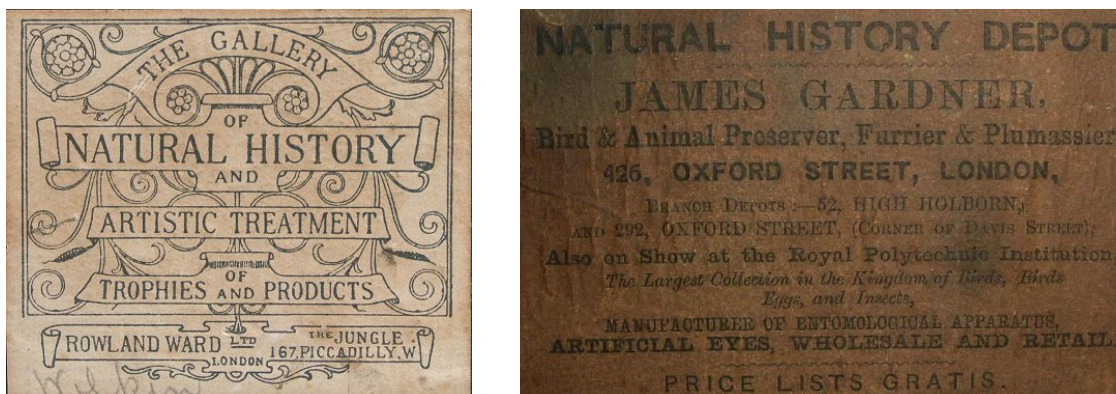


Figura 146. Etiquetas oxidadas

### 11.3 MAMÍFEROS NATURALIZADOS (PIELES MONTDAS)

#### 11.3.1 Morfología.

Los mamíferos naturalizados, como ya se ha indicado son muy variados y por tanto presentan diversos tamaños.

Al igual que ocurría con las aves, los primeros mamíferos montados conservaban gran parte del esqueleto y estaban alambrados de manera muy simple.

Posteriormente se empezó a naturalizar animales de mayor tamaño, sin embargo, éstos debían estar más armados, siendo el armazón interno más complejo<sup>303</sup>.

Algunos especímenes conservan bastante esqueleto como las patas y el cráneo, especialmente los mamíferos de pequeño tamaño, otros solo la piel con los anexos cutáneos, y ni siquiera los colmillos o cuernos en caso de tenerlos, que son sustituidos por otros materiales como la madera.

Estas diferencias no solo han afectado a la estructura, sino también a la preparación de la piel. Aunque la preparación de pequeños mamíferos es similar a la de las aves, al ser la piel de los primeros más gruesa, el proceso es más laborioso<sup>304</sup>.

Por otro lado, las pieles más grandes necesitaban sumergirse en un baño piquelado y en ocasiones ser afeitadas por el reverso para permitir que la mezcla de adobo penetrara y también para ayudar a evitar la contracción al secarse. (Dickinson, 2006).

<sup>303</sup> Los animales más grandes del tamaño de un zorro necesitaban una estructura más robusta, puesto que se hundían bajo el peso de los materiales utilizados (Dickinson, 2006).

<sup>304</sup> La diferencia con las aves es que los pequeños mamíferos tienen que ser completamente desollados es decir la nariz, los labios, las orejas y dedos de los pies, dándoles la vuelta como un guante y teniendo que ser modelados para evitar el encogimiento y la deformación de estas partes. (Dickinson, 2006)



Muchos de los primeros montajes de mamíferos grandes eran toscos pero, a partir de mediados del siglo XIX, mejoró la técnica, estandarizándose, hacia naturalizaciones de gran calidad (Dickinson, 2006).

Con el avance de la tecnología, están siendo empleados más plásticos y otros materiales modernos por preparadores de museos y taxidermistas comerciales (Hangay y Dingley, 1985).

Al igual que ocurre con las aves, existen montajes especiales como el llamado de  $\frac{3}{4}$  que consiste en naturalizar únicamente la mitad delantera del cuerpo y el resto se disimula entre la maleza. Luis Benedito lo usó en alguna de sus naturalizaciones (Aragón, 2014).

Otro caso curioso es referente a cómo reproducir la piel fina con pelo escaso en manos pies y cara de algunos mamíferos como los simios, que ha planteado grandes problemas para los taxidermistas (Carter y Walker, 1999). La dificultad que supone reproducir la translucidez de este tipo de piel ha llevado a crear técnicas especiales como la que presenta Kaestner (1959) en la que sustituye la piel por un material artificial como la cera y el resultado final es un espécimen cuya "piel" es cera de color, y pelo. (citado por Hendry, 1999).

En la década de los 80 del siglo XX Mayer (1987) y Epping (1981) han introducido cauchos modernos y resinas para sustituir la cera. Suele utilizarse resina de poliuretano, que es más ligera.

Estos especímenes son muy realistas, resistentes y estables, ya que no presentan problemas de contracción de la piel ni de infestación, pero David Hendry señala que esto da lugar a la producción de modelos realistas en vez de especímenes reales. Küng (1982) constituye uno de los ejemplos que reproduce modelos artificiales de especies raras para exposiciones de museos. (citado por Hendry, 1999).



**Figura 147. Ejemplo de sustitución de la piel de un cerdo realizado por Emily Mayer en 1986**

También es frecuente en las colecciones de historia natural encontrar trofeos, es decir cabezas naturalizadas. En España, una costumbre muy difundida dada la cultura taurina es la taxidermia de cabezas de toro, aunque también las colecciones están muy nutridas de piezas de caza mayor, como cabezas de ciervo, jabalí, corzos, rebecos, muflones y cabras hispánicas, al igual que de zorros o lobos.

De esta manera, el mamífero naturalizado se puede componer de:

**Elementos naturales<sup>305</sup>:**

- Piel/pelo/otros pelos especializados como las vibrisas o bigotes
- Patas/uñas/cascos/garras
- Piel de las Orejas/orejas
- Hocico
- Algunos huesos. En función de si son mamíferos pequeños o grandes. Algunos mamíferos grandes no poseen ningún hueso y otros conservan el cráneo, pero es más común en mamíferos pequeños o medianos.
- Dientes/colmillos/marfil.
- Cuernos/Astas.

**Elementos artificiales:**

- Relleno del cuerpo con diferentes materiales
- Armadura interna
- Relleno del cerebro y de las órbitas de los ojos
- Ojos artificiales
- Piana o elemento sustentante
- Boca: Lengua o/y paladares o/y dientes
- Relleno de las orejas u orejas artificiales

Al igual que en las aves, se utilizan productos para preparar la piel, como los curtientes; también conservantes, lubricantes y se pintaban algunas zonas, como se verá más adelante.

**11.3.2 Descripción de los elementos constitutivos**

---

**11.3.2.1 Naturales****Sistema tegumentario:****Piel/grasa**

Como se ha indicado, la piel está formada histológicamente por la epidermis, la dermis y un estrato de grasa o tejido adiposo. En ella aparecen el pelo y las glándulas mamarias.

En aquellos animales que poseen grandes masas musculares esta piel es muy espesa.

**Hocico:**

El hocico en algunos animales comprende la parte baja de la cara, la boca y los mofletes. En algunos animales si la nariz está muy cerca de la boca se la considera parte del hocico. La longitud y forma

---

<sup>305</sup> Existen algunos mamíferos con atributos de otras familias como son el ornitorrinco (tiene pico similar al de los patos y pone huevos) o el pangolín con su cuerpo recubierto de grandes escamas.

varían de unos animales a otros, esto puede verse en la misma especie, como en los perros, en función de las distintas razas (Wikipedia, 2015).

El hocico es una epidermis rellena de cartílago<sup>306</sup> y algo de carne. Este cartílago se retira en su mayoría y es sustituido por relleno como arcilla para evitar que encoja y se deforme durante el secado.

#### **Anexos cutáneos (derivados del tegumento) o faneras**

##### Pelo y pelaje

El pelaje formado por pelos<sup>307</sup> se denomina fanera<sup>308</sup> y junto a la piel forma el sistema integumentario.

El tipo de pelo difiere de unas especies a otras inclusive dentro del mismo animal (Kite, 2006).

Cuando el pelo es muy duro, tieso y no está cubierto de vello alrededor de la raíz, se denomina **cerda**. Al pelo liso, duro y más o menos largo se llama **crin**. Cuando es menos duro, liso, cubierto de vello alrededor de la raíz se llama **pelo**. El **vello** es un pelo corto y suave en humanos y sedoso y fino en mamíferos. (Wikipedia, 2015).

En la mayoría de las especies la presencia de pelo es constante pero en otras existe solo en determinados periodos de su vida, como ocurre con los delfines.

Algunos animales tienen muy poco pelo, como el cerdo, y poseen una capa gruesa de grasa bajo la piel que es la que ayuda a regular la temperatura; otros, como las focas, poseen pelaje además de una buena capa de grasa. (Kite, 2006).

Cada pelo está compuesto de tres partes: el eje el tallo, la raíz y el bulbo. El tallo es la parte del pelo que emerge al exterior y su longitud varía de entre 5 mm a 8 cm (Botanical Online, s.f.). Los pelos se forman a partir de la epidermis, donde va aparecer un pelo, la capa de epidermis se vuelve más gruesa y forma una hendidura que va a constituir el folículo piloso. Los pelos se fijan oblicuamente en la piel, pero tienen la capacidad de enderezarse gracias al músculo piloerector existente en la base del folículo, levantándose frente a ataques o sustos (Kite, 2006).

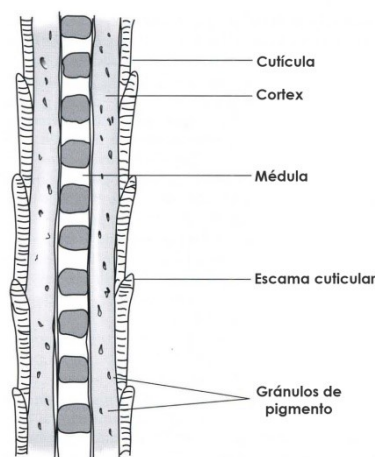
Se compone de **la cutícula** (cubierta externa escamosa que protege al pelo, compuesta por células planas), **el córtex** (capa celular intermedia compuesta de fibrillas y microfibrillas en una matriz amorfa, de forma cristalina) y **la médula** (capa celular interna de células cúbicas, poliédricas que pueden contener células pigmentarias y burbujas de aire).

---

<sup>306</sup> Es un tipo de tejido formado principalmente por fibrillas de colágeno que varían según el tipo de cartílago.

<sup>307</sup> Hebra o hilo que sale del cuerpo del animal compuesto principalmente de  $\alpha$ -queratina.

<sup>308</sup> Estructuras complementarias y visibles sobre la piel que sobresalen de ella.



**Figura 148. Morfología del pelo**

La forma de las células de la cutícula varía de unos animales a otros y de un tipo de pelo a otro influyendo en el lustre.

El espesor del córtex varía con las especies siendo de un 96 % en focas, de un 34 % en ardillas y no existir en renos. **La resistencia del pelo depende del desarrollo del córtex, dando lugar a que los pelos de la foca sean muy resistentes y en cambio los del reno sean muy frágiles. (Kite, 2006).**

“Los resultados de los tratamientos químicos y la capacidad de absorción del colorante están determinados en gran medida por las propiedades de estas fases histológicas” (Kaplan, 1971, citado por Kite, 2006) debido a las diferencias descritas.

### **Cuernos/Cornamentas/Astas**

Son protuberancias óseas que crecen en la cabeza de determinados mamíferos pertenecientes a los órdenes Artiodactyla<sup>309</sup> y perissodactyla. Aunque son exclusivos de la clase, no todas las especies los presentan (Wikipedia, 2008)

Las astas y los cuernos (cornamentas) a menudo se utilizan como sinónimos, pero difieren las unas de las otras. Las primeras son estructuras óseas<sup>310</sup> ramificadas que sobresalen de los huesos frontales de los animales y se cambian anualmente, es decir se caen y vuelven a crecer cada año (MNHS, s.f.). Según el proceso de crecimiento, su composición y estructura va variando, transformándose de un tejido irrigado recubierto por el terciopelo o felpa<sup>311</sup>, a uno necrosado, que pierde la felpa (krzyszkowska, 1990). Animales que lucen astas son venados, arces o ciervos. En la mayoría de los cérvidos sólo se desarrollan en los machos.

Los cuernos también son estructuras pares que sobresalen de los huesos frontales, pero son permanentes, no están ramificadas, y están formados por un núcleo óseo y una vaina queratinizada

<sup>309</sup> En algunas especies crecen como estructuras pares en el hueso frontal cubriéndose de denso pelo muy queratinizado que da gran consistencia y mayor longitud a la cornamenta.

<sup>310</sup> Su composición es similar al hueso (MNH, s.f.).

<sup>311</sup> Es un tejido de piel y pelo cuya función es protectora.

(krzyszkowska, 1990), (se encuentra en animales como el rinoceronte, el toro y el bisonte). (Mc Mullen y otros, 2012).

En algunas especies de perisodáctilos como los rinocerontes, los cuernos crecen en la línea intermedia de la cara (Wikipedia, 2008). Pero estos se diferencian de los anteriores en que carecen de núcleo óseo. De hecho solo tienen depósitos de sales de calcio y melanina en el centro de sus cuernos. Tienen una estructura compuesta por fibra córnea más similar a picos, pezuñas y uñas de  $\alpha$ -queratina (Nowell, 2012).

**Estas diferencias provocarán que se comporten de manera dispar frente al envejecimiento, presentando deterioros diferentes. Además los tratamientos de restauración a emplear también podrán diferir entre ellos.**

#### **Uñas, garras, pezuñas y cascos:**

Las garras, uñas y pezuñas son formaciones queratinosas que crecen en el extremo de los dedos de todos los mamíferos salvo los acuáticos, aves y reptiles. Junto al caparazón contienen  $\alpha$  queratina, como el cabello y el estrato córneo. También es rica en cisteína que confiere fuerza al tejido. (Mc Mullen y otros, 2012)

Las uñas recubren la parte dorsal y terminal de los dedos de muchos vertebrados terrestres. Su función principal es defensiva-agresiva, para agarrar y escarbar y protegen también los dedos. Muchos mamíferos como los gatos, tienen uñas retráctiles para evitar su desgaste durante la carrera.

Según el tipo de vida y el hábitat del animal, estos elementos presentan morfologías diferentes: por ejemplo los carnívoros y animales trepadores desarrollan uñas curvas y afiladas; los digitígrados y la mayoría de los plantígrados poseen garras; los ungulados poseen cascos para proteger los extremos de los dedos.

Las garras son uñas más fuertes, corvas y agudas características de los insectívoros, plantígrados o carnívoros (Natureduca, s.f.)

Otra estructura queratinosa es el caparazón del armadillo, formado de placas óseas cubiertas de queratina de tipo  $\beta$  queratina (al igual que el caparazón de la tortuga), en vez de la  $\alpha$  queratina de los mamíferos.

#### Cascos o pezuñas:

Una pezuña es una uña muy desarrollada compuesta por queratina, que cubre los dedos de las patas de los ungulados. Éstos caminan sobre las pezuñas y se denominan digitígrados, a diferencia de los primates o los osos que caminan sobre la planta del pie (plantígrados).

Los artiodáctilos tienen un número par de pezuñas (venado, cerdo o camello). Los perisodáctilos en cambio poseen un número impar de pezuñas en cada pie (caballos o rinocerontes) (Wikipedia, 2014).

## **Sistema óseo**

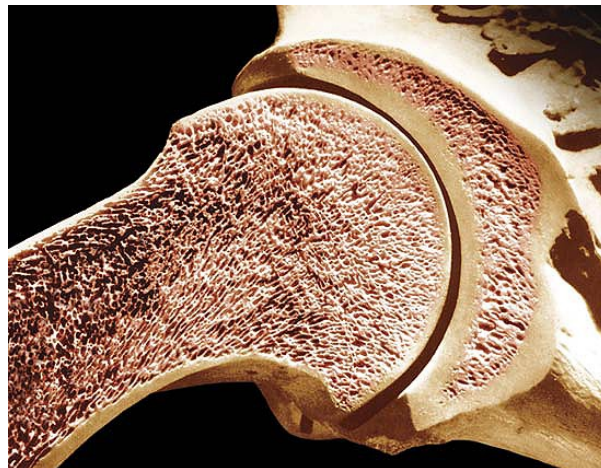
### **Huesos**

Los huesos son órganos que forman parte del endoesqueleto de los vertebrados. Están compuestos por tejidos duros (tejido óseo) y blandos (entre ellos los tejidos conectivos y adiposo). El tejido óseo está compuesto aproximadamente de un 25 % de agua, 45 % de minerales como fosfato y carbonato de calcio y 30 % de materia orgánica (colágeno y otras proteínas) aunque como ya se ha indicado no todos los huesos son iguales, así que esta proporción varía ligeramente. Se clasifican en:

Huesos largos: Suelen encontrarse en los miembros locomotores. Huesos cortos: Forma cuboide. Su función es de amortiguación. Huesos planos: Protegen los tejidos blandos y sirven para la inserción de grandes masas musculares.

Huesos irregulares: Están localizados en el eje vertical del cuerpo. Poseen funciones variables, pero la principal es la protección del sistema nervioso central.

Existen dos tipos de tejido óseo (hueso compacto (cortical) y hueso esponjoso (reticulado, trabecular), que poseen diferente densidad según la zona. Esto debe tenerse en cuenta como en el caso de las aves cuando se realicen operaciones estructurales.



**Figura 149. Hueso de mamífero**

## **Aparato digestivo**

### **Dientes**

Están compuestos por dentina<sup>312</sup> revestida por el esmalte<sup>313</sup>, sustancia muy dura y, en la base del diente, la envoltura es de cemento (Revista mexicana de odontología, 2013). En los mamíferos los dientes se encuentran insertos en los huesos del cráneo que rodean la boca (arriba dos maxilares y dos premaxilares y abajo la mandíbula o quijada, articulada con la caja del cráneo).

---

<sup>312</sup> La parte calcárea del diente, debajo del esmalte, contiene las cavidades de pulpa y los canales radiculares. Se compone en un 65% de materia inorgánica (hidroxiapatita de calcio), en un 25% de materiales orgánicos y en un 10% de plasma acuoso. La sustancia orgánica es en su mayoría colágena acompañada de proteoglucanos y glucoproteínas. (Revista mexicana de odontología, 2013)

<sup>313</sup> Compuesto por hidroxiapatita



Los dientes se especializan en función de los hábitos alimentarios y por ello varían de forma y número en los mamíferos salvo alguna excepción. Son sustituidos una vez en la vida. Suele haber:

- Incisivos: dientes cortantes
- Colmillos y caninos: Para desgarrar
- Molares o muelas: Para triturar la comida

Los colmillos de los mamíferos marinos y de los elefantes vivos y extintos están compuestos de marfil, dentina dura y lisa, de color blanco amarillento (MNHS, s.f.).

#### 11.3.2.2 Artificiales

Los informes generados en la exposición del Palacio de Cristal en 1851 (Anónimo, 1982 citado por Hendry, 1999) muestran que por entonces se descubrieron una gran variedad de métodos de preparación, que posteriormente fueron abandonados y retomados por generaciones posteriores (Hendry, 1999).

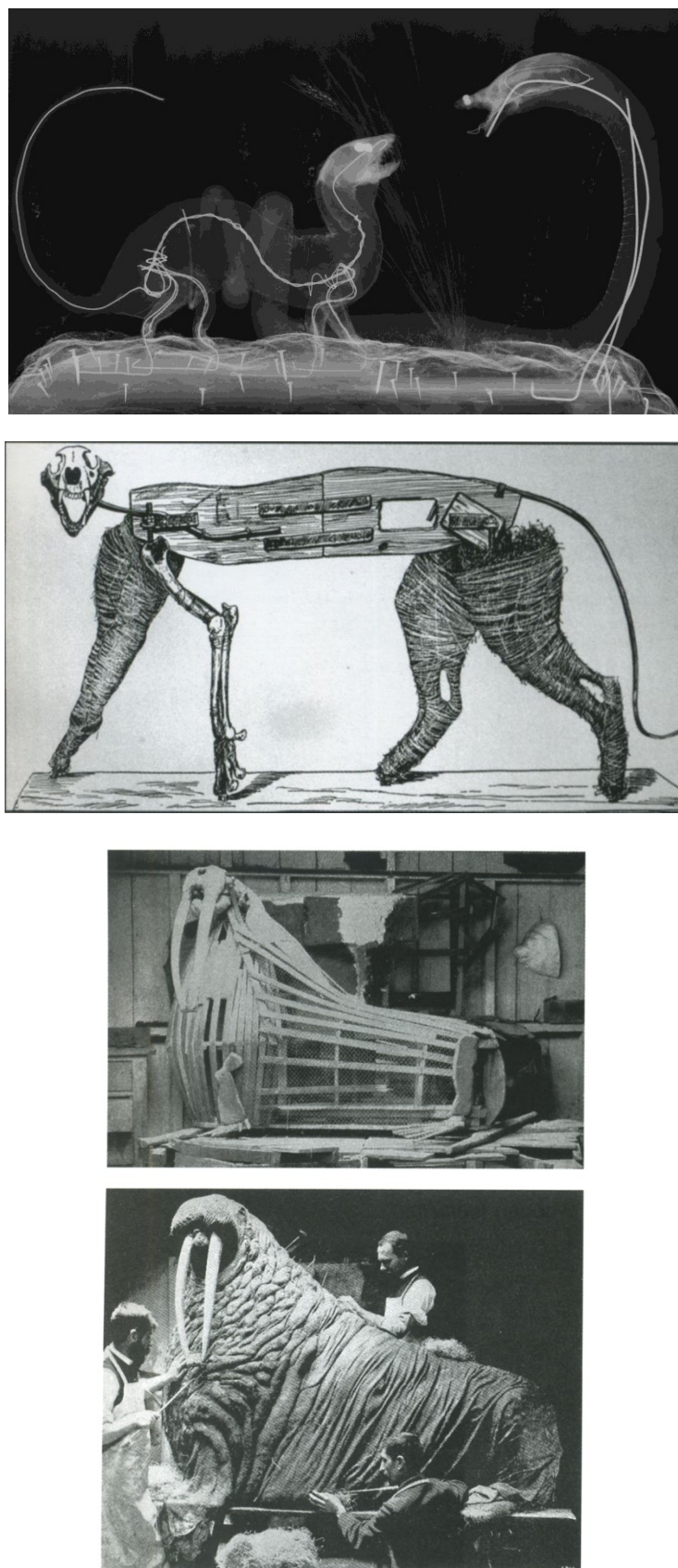
Las técnicas estandarizadas desarrolladas a finales del siglo XIX aún se utilizan aunque con nuevos materiales, como la empleada para preparar mamíferos pequeños y medianos mediante la unión de los huesos de las extremidades, el cráneo y la cola con alambre y relleno con lana de madera para reemplazar los músculos (Hendry, 1999).

La mayoría de los grandes mamíferos han sido montados mediante las dos técnicas básicas: el modelado directo y el método dermoplástico o conocido en los países anglosajones también como Método Akeley (Carter y Walker, 1999) como se verá más adelante.

#### **Armadura interna.**

En este caso existen numerosas variantes. Puede recordarse a los mamíferos pequeños, donde los más antiguos tenían un cuerpo muy similar al de las aves, que era alambrado con distintas morfologías de armadura, a la dermoplastia que consistía en una armadura de metal unida a una silueta de madera y recubierta con malla sobre la que se modelaba o tallaba un modelo de escayola. En ocasiones, estas piezas llevaban añadido el cráneo y a veces éste era modelado si no se poseía el esqueleto o se iba a utilizar el esqueleto como parte de la colección ósea.

Al igual que ocurre con las aves el diámetro del alambre debe ser correlativo al tamaño del animal a reproducir y cuanto más grande más complejo es el armazón.



**Figura 150. Distintos armazones. El primero muy sencillo de alambre enrollado (A), el segundo correspondiente al método del maniquí (B) y el tercero con una estructura de madera (C).**

#### **Cuerpo artificial/ Relleno de diferentes materiales.**

##### Técnicas y materiales

Los primeros mamíferos, como se ha indicado, se rellenaban de diferentes fibras vegetales sobre la armadura, como el esparto, o el algodón para los de pequeño tamaño, y estopa y virutas de madera para los más grandes.



**Figura 151. Relleno de diferentes fibras en la cabeza de un zorro sin formar hatillos.**

Con el paso del tiempo, se fue acometiendo la naturalización de ejemplares más grandes, evolucionando la técnica, donde por ejemplo a este relleno se le daba un recubrimiento de yeso o/y papel mache entre otros dando lugar a los siguientes métodos:

#### **- El modelado directo o método del maniquí:**

Estaba especialmente pensado para grandes mamíferos (Pequinot, 2000).

Consistía en crear una silueta de madera al que se le unían unos hierros que iban a crear las distintas extremidades (Pequinot, 2000). Se incluía parte del sistema esquelético habiéndolo limpiado previamente, como son parte de los huesos de las extremidades, el cráneo y la pelvis (Hendry, 1999). Posteriormente se creaba la musculatura de las piernas, cuerpo y cuello con paja, heno<sup>314</sup> o lana de madera. (Dickinson, 2006).

Posteriormente, este conjunto solía ser recubierto con una capa de arcilla para alisar la superficie y crear algún detalle (esta técnica evolucionó sustituyendo la arcilla por escayola y tela/cañamazo creando un cuerpo más sólido donde fijar la piel) (Dickinson, 2006).

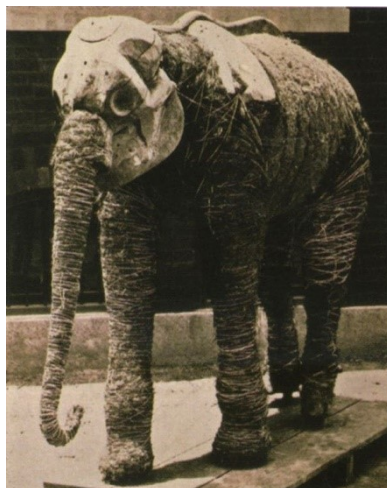
A veces encima se aplicaba una capa de papel maché, cola y yeso para suavizar los contornos y añadir los detalles (Hendry, 1999). El papel maché era barnizado con varias capas de goma laca para impermeabilizarlo (Dickinson, 2006).

---

<sup>314</sup> El heno (estando bien seco, se ha utilizado preferentemente frente a otros materiales en los rellenos de grandes mamíferos que por su volumen requieren mucha materia y poco peso (Villaverde y Pérez, 1958).

La piel se preparaba bien con un baño químico (piquelado) o con un curtido comercial, y se pegaba y/o cosía sobre el maniquí (Hendry, 1999).

Los grandes mamíferos así preparados, como jirafas o elefantes, presentaban graves problemas para su manipulación y para su colocación, debido al peso que ejercían en el suelo, y además presentaban problemas de agrietamiento en la piel (Hendry, 1999).



**Figura 152. Relleno de una cría de elefante realizada por William Hornaday alrededor de 1880. El cráneo y los huesos se tallaron en madera; éstos fueron unidos y recubiertos con fibra y sobre esta se aplicó arcilla.**

A mediados del siglo XIX la idea de rellenar los especímenes se abandona frente a la idea de fabricar un cuerpo ficticio sobre el que se colocaba la piel. (Pequinot, 2000).

Algunos taxidermistas intentaron mejorar este procedimiento sustituyendo la paja por arcilla modelada y tallada, realizando un molde posterior de ello y reproduciéndolo en pasta de cartón. La piel se encolaba posteriormente al modelo. "Pero este procedimiento se sustituyó con posterioridad porque ocasionaba problemas"<sup>315</sup>.

En 1894 Jules Terrier<sup>316</sup> montó un búfalo con esta técnica con algunas variantes; conservaba la paja y reproducía la musculatura con yeso. Más tarde, perfeccionó la técnica al conservar la silueta de madera y la armadura de hierro e incorporar una tela metálica recubierta de hebras con yeso. (Pequinot, 2000).

#### **- Método dermoplástico o Akeley:**

A mediados del siglo XIX, Philipp Leopold Martin desarrolló **la dermoplastia**, técnica que se aplicaba principalmente a los grandes mamíferos. Ésta, más larga y laboriosa pero de mejores resultados, pronto se extendió por Europa<sup>317</sup> y EEUU.

<sup>315</sup> La autora de la publicación no da detalles acerca del tipo de problemas.

<sup>316</sup> Taxidermista en el Museo de Historia Natural de París

<sup>317</sup> Por ejemplo Karl Küshardt, taxidermista del Museo Grand Ducal de Darmstadt desde 1891, preparó numerosas piezas para dioramas con técnicas "dermoplásticas". (Hangay y Dingley, 1985). Aquí en España fue introducida por Luis Benedito tras un viaje por Alemania a través de una beca, donde aprendió de uno de los mejores taxidermistas de la época como era el profesor Ter Meer (El ciervo, s.f.)

También es conocida como método Akeley ya que el taxidermista Carl Akeley la introdujo en EEUU con gran éxito, dándole su nombre (Hendry, 1999).

Esta técnica consistía en desollar al mamífero con una incisión dorsal<sup>318</sup>, salvando la apertura de las piernas, y de esta manera evitando costuras visibles antiestéticas en sus especímenes. Akeley contaba con ayuda en el estudio y de esta manera podía realizar él mismo las tareas de recolección, garantizando la correcta toma de notas de campo y de medidas del cuerpo. (Hangay y Dingley; 1985)

En este procedimiento la armadura era preparada de manera similar al método directo, aunque a veces se utilizaba el esqueleto entero para darle mayor precisión (Hendry, 1999). Para realizar el cuerpo se modelaba una figura en arcilla, donde se recreaba la anatomía del cuerpo. A partir de este modelo se realizaba un molde con escayola y se extraía el positivo también de escayola, reforzado con arpillera. (Hendry, 1999). Existían variaciones a la técnica, como el uso de cola y papel para reforzar el molde. El resultado era un cuerpo ligero, en comparación con los anteriores, resistente y hueco sobre el que se montaba la piel. (Hendry, 1999).

La piel "curtida" se montaba sobre el maniquí, pegándola con engrudo y se fijaba con numerosos alfileres para evitar el movimiento de la piel durante el secado (Hangay y Dingley; 1985).

El método Akeley (dermoplástico) obligaba a que las pieles tuvieran que ser curtidas, no solo piqueladas, así que muchos taxidermistas recurrieron a métodos de preparación empleados en el comercio de pieles, donde se producían pieles finas y flexibles permitiendo la adición (pegado) interna al modelo de formas duras sin el riesgo de que las pieles se rajaran. (Dickinson, 2006).

A diferencia de los montajes anteriores, los modelos de Akeley conservaban el aspecto natural de los especímenes representados (Hangay y Dingley, 1985).

Las piezas más exitosas de Akeley eran los elefantes, ya que resultaba una especie muy difícil de representar no solo por su tamaño, sino por las dificultades en el modelado anatómico y en la manipulación de la piel<sup>319</sup>, a lo que se suma la ausencia de pelaje, que hacía visible la mínima imperfección en el trabajo realizado (Hangay y Dingley, 1985). Por otro lado, la estabilidad de las piezas se mantiene después de años y parece que muestran la apariencia de cuando Akeley los cazó (Hangay y Dingley, 1985).

Con la llegada de la dermoplastia, se empezaron a realizar moldes y a buscar mejorar la técnica. Estos se hacían y aún se hacen en base a un modelo hecho con barro, arcilla o plastilina, o se hacen vaciados directos en escayola sobre la musculatura del animal. Esta última práctica plantea alguna controversia ya que la carne queda inutilizada para el consumo.

Para hacer el maniquí (cuerpo) desde un molde, a lo largo de la historia, se han utilizado una gran variedad de materiales y métodos (Henry y Dinglay, 1985). Los más frecuentes son la escayola

---

<sup>318</sup> Esta es la que siempre se emplea cuando se naturaliza la cabeza de un mamífero. Sobre todo porque las costuras quedan por arriba y no se ven. Depende del tipo de animal y de la postura que va a tener después se puede hacer la incisión ventral o dorsal.

<sup>319</sup> Las arrugas y pliegues que presenta la piel del elefante vivo pueden desaparecer durante el proceso de secado de la misma. (Hangay y Dingley, 1985).

reforzada con arpillera<sup>320</sup>, materiales celulósicos como papel en tiras aglutinadas con una masilla o cartón piedra, y las diferentes resinas sintéticas que se incorporaron más tarde.

La escayola<sup>321</sup>, empleado tanto para el molde<sup>322</sup> como para el positivo presentaba una serie de ventajas y de inconvenientes: Como ventaja que es un material barato y accesible (Henry y Dingley, 1985). Además registra muy bien.

El inconveniente de la escayola es que es muy rígida como para utilizarla en la realización del molde y el desmoldeo es difícil, lo que da lugar a que hayan de realizarse moldes por piezas muy complejos o, como alternativa, un molde perdido del que sólo se puede positivar una pieza (esto ver fuente).

Además, si el positivo y el molde son de escayola, se debe aplicar una capa que aisle ambas (Hangay y Dingley, 1985) y que actúe como desmoldeante<sup>323</sup>.

Pero la desventaja principal que tenía y tiene realizar un cuerpo de escayola, como ya se ha apuntado, es el peso excesivo que confiere a la pieza. Por ello Hendry (1989) realizó la sustitución de varios de estos armazones mediante una abertura en el abdomen empleando fibra de vidrio y resina de poliéster y, aunque la operación fue "exitosa", se debe vigilar cuál será su evolución a largo plazo y cómo afectarán a la piel, con el tiempo, la fibra de vidrio y la resina. (Hendry, 1999). Además esto plantea problemas éticos y de criterios, ya que se está sustituyendo un material original en vez de tratarlo (estas cuestiones se verán en el tema 14)

La construcción de cuerpos y moldes de papel se realiza impregnando tiras de papel en una pasta hecha a base de harina, dextrina y agua<sup>324</sup> y situándolas en el molde una tras otra, yuxtapuestas hasta cubrir toda la superficie del molde, formando una capa. (Joe Kish, 1978, p. 72). La ventaja de los rellenos con papel frente a un positivo de escayola es que no destruye el molde y se pueden hacer muchas tiradas siendo además un material mucho más ligero. Frente a la escayola tiene la desventaja de que se reduce bastante al secar, con lo que no aporta un positivo exacto. Además, si no se refuerza, se puede deformar durante la manipulación.

En el museo de Denver utilizan una combinación de papel y arpillera (3 o 4 capas) y escayola. Ésta se debe impermeabilizar al igual que con la mezcla de escayola y arpillera (Hangay y Dingley, 1985)

El cartón piedra, usado también tanto en el molde como en el positivo, se puede realizar con una mezcla de papel triturado, escayola, cola de conejo, glicerina y agua. Esta pasta fragua, así que debe utilizarse pronto. Pero, si se endurece, se puede triturar y volverle añadir agua encolada (Goñi, 1960).

---

<sup>320</sup> El molde y el cuerpo del animal en escayola, pueden prepararse impregnando tiras de arpillera en escayola y aplicándolas hasta formar una capa. Se deben aplicar varias capas para que tenga consistencia. Tras esto se impregna el molde con tres capas de goma laca u óleo para impermeabilizarlo. La cola o rabo puede ir incluido en la forma (el molde) o se puede realizar por separado y colocárselo después. Hangay y Dingley, dicen que se puede colocar una bola de algodón impregnado de formalina en el interior del cuerpo para evitar la proliferación de hongos. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de que piezas más modernas que en principio pueda pensarse no portan arsénico por la fecha de producción, puedan contener elementos tóxicos en el interior, como apunta este ejemplo. (Hangay y Dingley, 1985).

<sup>321</sup> Es un yeso parcialmente deshidratado (fundamentalmente  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ) y de gran pureza que tiene la propiedad de fraguar, en contacto con el agua, y por tanto, endurece al hidratarse transformándose en sulfato cálcico dihidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

<sup>322</sup> Se puede hacer el positivo desde un molde de escayola o de poliéster con fibra de vidrio.

<sup>323</sup> Normalmente se emplea cera o parafina diluida en aguarrás, aunque se aplican también otras sustancias como por ejemplo aceite de oliva o de motor (Hangay y Dingley, 1985).

<sup>324</sup> El agente humectante puede ser agua o una pasta por ejemplo a base de glicerina, ácido carbólico, arsenito de sodio (opcional) y agua (se colocan unas 6 o 7 capas) (Hangay y Dingley, 1985).



A partir de mediados de siglo XX a las técnicas de preparación tanto en el molde como en el maniquí final se incorporan las resinas modernas. Las ventajas fundamentales de este tipo de materiales eran su peso ligero frente a la escayola o el relleno “vegetal”, además de la facilidad de las técnicas de moldeo para producciones en serie (ver fuente)

Entre ellos estaba el Foam<sup>325</sup>, el poliestireno expandido<sup>326</sup>, el poliuretano<sup>327</sup> el poliéster<sup>328</sup>, o la resina epoxi.

Los pequeños taxidermistas han utilizado piezas “únicas” hechas con Fiberglass® (GRP)<sup>329</sup>, tallando espuma de poliestireno Styrofoam®<sup>330</sup> y otros recurren a los métodos tradicionales de hatillos que ya se ha mencionado (Dickinson, 2006).

A finales de los 60 la piel se monta sobre un modelo de poliéster y fibra de vidrio y resina que no tiene armadura interna. De esta manera se consigue aligerar la pieza (Pérez, S., s.f.)

A partir de los años 70 se usa espuma de poliuretano rígido, lo que facilita el trabajo posterior del material (lijado, talla, etc.). Se tallaba cada pieza y servían de modelo para sacar moldes y hacer figuras seriadas (Pérez, S., s.f.).

En España como ya se ha mencionado, las resinas modernas fueron introducidas en los años 70 por el estudio de taxidermia Brañosera, gracias a las recomendaciones técnicas de un ingeniero del Instituto Eduardo Torroja de Madrid, el Coronel Chinchilla, que era cliente de Brañosera (Castelo Sardina, com. personal, 2015).

#### La comercialización de los cuerpos (taxidermia)

Los trofeos de caza mayor (cabezas) se preparaban de manera similar a las piezas enteras. El “método Akeley” significó que tanto trofeos como piezas enteras podían producirse a nivel masivo y se comenzó a popularizar un negocio de suministros con una gama variada de formas para las especies grandes y pequeñas. (Dickinson, 2006, p. 133).

A principios del siglo XX, este oficio se popularizó rápidamente en Estados Unidos, y surgieron famosos taxidermistas (Hangay y Dingley; 1985), incluso foráneos, como Coloman Jonas que estableció su famoso estudio en Colorado en 1908 dando lugar a lo que sería la pionera y famosa casa de suministros conocida como *Jonas Brother's taxidermy supply* (Hangay y Dingley, 1985), contribuyendo

---

<sup>325</sup> Es una espuma de poliuretano rígida. Se debe usar un molde preferiblemente de poliéster y fibra de vidrio (que es fuerte) capaz de soportar la fuerza de expansión del poliuretano. La espuma de poliuretano está formulada en varias densidades y flexibilidad. Puede usarse en las patas una espuma de densidad mayor que para el cuerpo (Hangay y Dingley, 1985).

Los maniqués pequeños se pueden hacer con Flexifoam suministrados comercialmente, como los de Jonas Brothers (Hangay y Dingley, 1985) descritos más abajo.

<sup>326</sup> El poliestireno expandido (EPS) también llamado Porex® o Porexpan®, es una espuma plástica expandida derivada del poliestireno. Es de color blanco. Es tallable, ligero y aislante térmico.

<sup>327</sup> La resina de Poliuretano (PU) es un polímero obtenido mediante condensación de bases hidroxílicas y diisocianatos. Se clasifican en dos grupos, los poliuretanos termoestables como las espumas y los termoplásticos empleados en elastómeros, suelas zapatos, fibras textiles o pinturas.

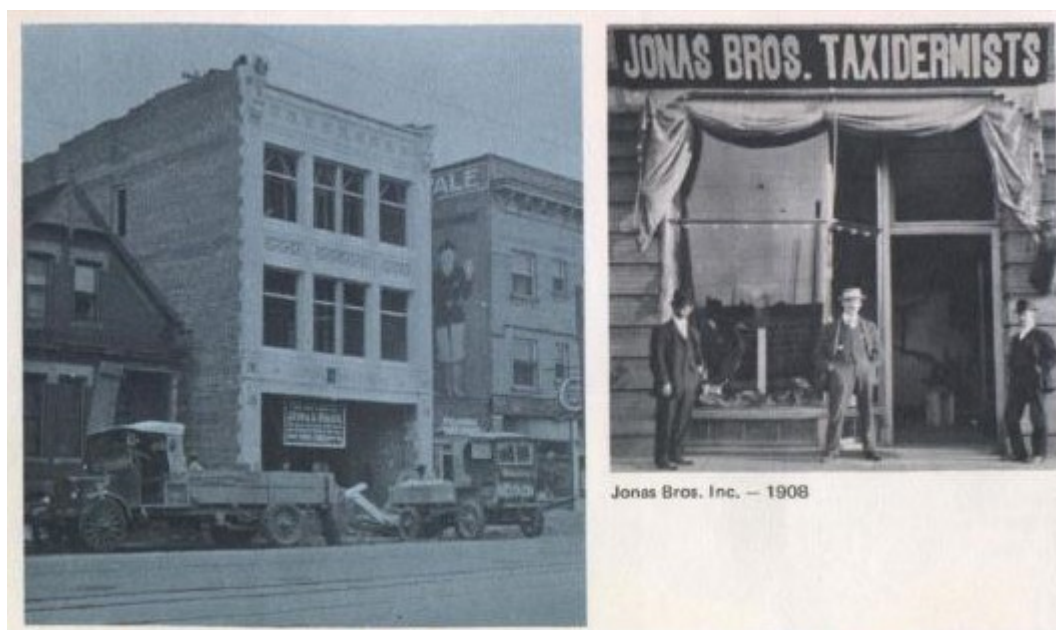
<sup>328</sup> El poliéster es una resina termoestable constituida por una cadena hidrocarbonada que contienen un grupo éster en la cadena. Pueden ser saturados (duros, cristalinos, fuertes y resistentes) e insaturados (termoplásticos). Estos últimos solo se pueden reblandecer por calentamiento una vez ya que las siguientes se deteriora (Diana Lobato y Paula Ercilla, 2012).

<sup>329</sup> Glass reinforced plastic.

<sup>330</sup> El poliestireno extruido es conocido con la marca comercial Styrofoam®.

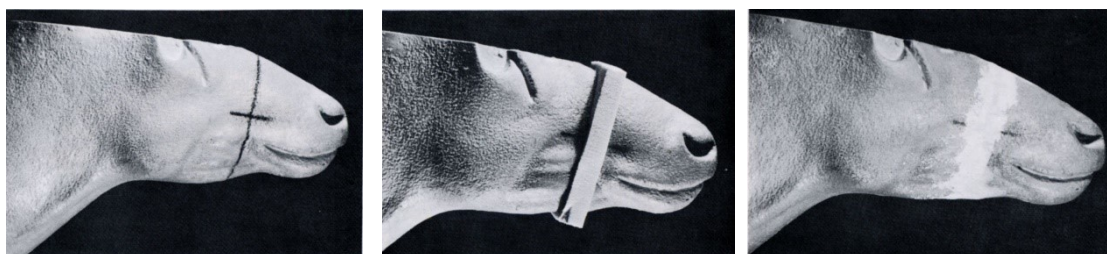
además a presentar los métodos de taxidermia hasta la actualidad (Hangay y Dingley, 1985), a través de sus guías.

En la segunda década del siglo XX, la taxidermia era tan popular en EEUU que un gran número de personas quisieron aprender las metodologías empleadas, desde naturalistas a profesores de ciencias (Hangay y Dingley; 1985). Éstos buscaban todo tipo de materiales, que la empresa Jonas Brothers supo satisfacer (Hangay y Dingley, 1985).



**Figura 153. Empresa de taxidermia Jonas Brothers**

Con la llegada de la comercialización de los rellenos a gran escala, promovida especialmente por los Hermanos Jonas Brothers, se comercializan maniqués que luego hay que adaptar a las distintas necesidades expositivas<sup>331</sup>. Aparece un gran número de manuales en los que se detalla cómo cortar el maniqué para eliminar materia o realizarle ensamblajes de piezas nuevas para adaptarlo a tamaños más grandes o también para modificar la postura por ejemplo de la boca, o el giro de la cabeza entre otros.



**Figura 154. Adaptación de una pieza de Styrofoam®**

<sup>331</sup> Los Jonas Bros, ofrecían para el montaje de pequeños mamíferos y aves cuerpos hechos de un material flexible llamado Flexiforms® (se desconoce el material). Estas formas se podían cambiar de postura o posición y además para cambios extremos se podían cortar y añadirsele material como papel maché o arcilla (Jonas Brothers, 1977)

Esta tendencia se ha extendido por el mundo y las empresas pueden suministrar casi cualquier especie, desde una ardilla a un oso polar (Dickinson, 2006), siempre cumpliendo con la legalidad.

Una curiosidad que ofrecían los catálogos comerciales, era que se hacían cuerpos prefabricados para animales fantásticos como el Jackalope (Jonas Brothers, 1977).

#### Otros rellenos y elementos artificiales.

En numerosas ocasiones, algunas partes del animal se deben recrear (como lengua, boca, dientes o garras) o rellenar (como el cráneo, hocico y otros tegumentos) para darles forma ya que al morir el animal se pudren o deforman.

Esto incluye la lengua, las orejas, las encías y otros recubrimientos de la boca, el interior del hocico o los párpados entre otros.

En relación a los mamíferos, los materiales han sido y son similares a los de las aves, aunque tamaños más grandes exigen el uso de materiales y estructuras más armadas o ligeras.

En el siglo XIX, Montagu Brown llama a las partes añadidas “piezas moldeadas”, y al modelado de lenguas músculos etc., “composición”. Ellas, dice, están basadas en tres materiales básicos que son la arcilla, la escayola o la cera. (Brown, 1884).

También destaca el uso de la terracota como una arcilla a la que puede darse forma y que al cocerse se hace más ligera y mantiene su forma sin agrietarse, aunque el uso está limitado a la reproducción de algunos huesos y otros elementos decorativos como hongos. (Brown, 1884).

Montagu Brown aporta algunas otras combinaciones (fórmulas) para hacer masillas de molde para reproducir distintas partes del cuerpo, como los músculos. He subido este párrafo. Entre ellas están las masillas de molde con yeso y agua cola (glue-water). (Brown, 1884).

Otra receta que incluye escayola es la utilizada para la reproducción de carne, mezclando escayola con aceite hervido hasta formar una masilla dando lugar a un material ligero, muy duro y resistente a la humedad. (Brown, 1884).

Montagu Brown aporta otra receta a base de cola en agua, resina y aceite a la que añade la mitad de una vela de sebo y blanco de España para hacer una masilla gruesa, que al calentar al baño María o con vapor se convierte en un “cemento” duro y flexible que puede trabajarse a mano y con herramientas secando poco a poco hasta que se fija. (Brown, 1884).

Brown dice que esta masilla sirve para utilizarla sobre huesos reales o modelados para crear músculos. Dice que las lenguas de mamíferos se pueden moldear en escayola, cola o cera y posteriormente ser modeladas en este cemento, yeso (plaster), o cera. (Brown, 1884).



**Figura 155. Ejemplo de rellenos prefabricados de jakalope**

Otras masillas de relleno que aporta Montagu Brown incluyen la cera en composición. La cera de abejas fundida se mezcla con yeso o blanco de España o con ambos para hacer una pasta de modelado muy útil en la que su fragilidad está determinada por la cantidad de yeso utilizada. He subido y unido este párrafo. También se puede mezclar la cera con ocre rojizo (almagre) para hacer una pasta de modelado. La cera para modelar también se vendía comercialmente ya preparada y se usaba para realizar músculos delicados o pliegues “flácidos” (Brown, 1884).

-La parafina fundida y modelada cuando está templada también es útil a veces, pero tiene el inconveniente de ser poco adhesiva tendiendo a desprenderse con facilidad de cualquier lugar donde se haya dispuesto. La adición de blanco de plomo a veces mejora las propiedades adherentes de la masilla prolongando su durabilidad (Brown, 1884).

Otro ejemplo de masilla para relleno es el que cita Mario Goñi elaborada a base de cera de modelar, pez, trementina, manteca de cerdo y cartón seco triturado (Goñi, 1960, p. 42). He unido estos dos. También describe otras recetas como una pasta gomosa para modelado realizada con almidón, goma arábica, coloquíntida y algodón picado. Otra mezcla utilizada para hacer órganos huecos se prepara con sebo blanco, cera blanca, trementina y colorante (Goñi, 1960).

Muchos de los materiales que se usaban en las primeras naturalizaciones aún se continúan utilizando, como la arcilla, el yeso o la cera, aunque actualmente se ha incorporado el uso de resinas sintéticas como las masillas de dos componentes, de resina epoxídica o poliéster.

### Bocas y dientes

Si se conserva el cráneo del espécimen para la naturalización éste conservará los dientes y habrá que reproducir las partes blandas como paladares, lengua y encías.

En ocasiones los dientes pueden desprenderse durante la limpieza del cráneo<sup>332</sup> y Hangay y Dinglay dicen que pueden ser pegados de nuevo con masilla epoxi. Estos mismos autores comentan que los grandes caninos o los colmillos que están huecos o parcialmente huecos, se pueden rellenar con masilla epoxi<sup>333</sup> para prevenir futuras grietas y fracturas (Hangay y Dingley, 1985). Ésta cuestión es discutida por otros taxidermistas, que comentan que esto se puede dar solo en especímenes jóvenes con dientes de leche. Los únicos colmillos que sí se rellenan son los de elefante que si están huecos (com. personal, Castelo Sardina, 2015).

Para modelar los paladares y lenguas se han empleado históricamente varios materiales como, escayola, cera o masillas como las vistas con anterioridad que describía Montagu Brown.

La forma de fabricar de manera no comercial encías, paladares y la lengua consiste en el moldeo de estas piezas dentro de la calavera usando plastilina (se hace un molde de silicona de cada pieza) y la realización del vaciado en epoxi). (Hangay y Dingley, 1985). También se pueden modelar estas piezas con la masilla epoxi ya descrita. (Hangay y Dingley, 1985).

---

<sup>332</sup> En las operaciones de limpieza del esqueleto no se pueden usar blanqueadores porque pueden dañar los dientes.

<sup>333</sup> La masilla que describen aquí es una mezcla hecha a base de dextrina, harina, glicerina, ácido carbólico, arseniato sódico (opcional) y agua a la que se le puede añadir como carga blanco de España, talco, caolín, arcilla en polvo, fibra de algodón o fibra de pulpa de papel. A esta mezcla se le añade la epoxi en una proporción de 1:1. (Hangay y Dingley, 1985).

Aquí en España, por ejemplo, el taller de taxidermistas Brañosera introdujo la resina epoxi teñidas con óleos o pigmentos para recomponer encías<sup>334</sup>. Para las lenguas y paladares introdujo las resinas de poliéster de más rápido fraguado (Castelo Sardina, com. personal). Estas se reproducían a partir de moldes sacados directamente del original.

En muchas ocasiones en las que no se conserva el cráneo, se venden de manera comercial bocas enteras que incluyen dientes, paladar, encías y lengua.

Los *Jonas Brothers* anunciaban sus productos en sus catálogos comerciales con investigaciones que patentaban, como el **celuloide** presentado en 1921 que fue mejorado, según su propia opinión, a lo largo de los años (Jonas Brothers, 1977). Suministraban dientes y mandíbulas artificiales de un plástico denominado **Tenite**<sup>335</sup> que decían que eran mejores que los dientes naturales, ya que los primeros ni se agrietaban, ni se rompían y ni se aflojaban (Jonas Brothers, 1977). Además de las bocas decían que los dientes eran de color marfil y las encías y el paladar de color carne, pero que inclusive se podían pintar con pinturas a base de agua según fuera necesario para proporcionar acabados más verosímiles.

Otras bocas que anunciaban en este catálogo eran las “nuevas” mandíbulas *Taxiplast®* y *Pos-Tex®*<sup>336</sup> que no necesitaban alambres<sup>337</sup> (Jonas Brothers, 1977).

Otros elementos que pueden encontrarse son la reproducción de órganos vitales fruto de escenas por ejemplo de caza o comensalismo, entre otros. Montagu Brown dice que éstos órganos se pueden representar modelándolos en arcilla o yeso, siendo posteriormente secados, encerados y coloreados, o haciéndolos únicamente con cera coloreada si la parte a modelar no es muy grande (Brown, 1884).

#### Cola o rabo

En ocasiones, en los animales que poseen un rabo largo, éste se elabora aparte, o bien va incluido en la forma general si realiza en el molde como ya se ha comentado. Pueden llevar una estructura de alambre y luego ser realizados con escayola u otros materiales ya mencionados, o bien si se trata de un rabo de resina puede no llevar ningún elemento interno. En el toro de Veragua del Museo de Ciencias, como se puede observar en las imágenes (Figura 33), se trata de una pieza de escayola unida posteriormente. En la radiografía, además, se aprecia el alambre metálico que sustenta la escayola<sup>338</sup>.

En el catálogo de *Jonas Brothers* de 1977, se anuncian colas flexibles realizadas con resina *Flexiform®* qué son fáciles de usar al poderlas adaptar a la forma requerida (Jonas Brothers, 1977).

#### Hocico

Respecto a los hocicos y las zonas circundantes como los labios, en su gran mayoría suele conservarse la piel de esta zona pero como está rellena de cartílago y éste generalmente en grandes mamíferos es retirado para evitar su deformación, se suele rellenar con distintos productos al igual que se realiza en

---

<sup>334</sup> Debido a su fraguado lento son ideales para modelar a mano estas zonas.

<sup>335</sup> El Tenite es un plástico elaborado a partir de acetato de celulosa, éste último introducido por Eastman Chemical Company en 1929 y patentado en 1932 (Kodak, s.f.)

<sup>336</sup> Se desconoce la naturaleza de este producto.

<sup>337</sup> Algunas bocas llevan incorporados alambres para fijarlos a las cabezas.

<sup>338</sup> Lamentablemente, no ha sido posible incluir en este trabajo la radiografía que lo muestra.



las encías de los dientes o las orejas. En ocasiones, recibe otros tratamientos para aumentar la verosimilitud.

Un ejemplo puede hallarse en el montaje de una cabeza de Tar del Himalaya *Hemitragus jemlahicus* por Louise y Vern Pearson, donde añaden arcilla para rellenar la almohadilla de la nariz a fin de lograr la apariencia carnosa. Para volver a crear el interior de la nariz y la membrana nictitante utilizaron Apoxie Sculpt<sup>®339</sup> es (Pearson y Pearson, 2010, p. 93).

### **Orejas relleno/orejas falsas**

Mención aparte merecen las orejas de los especímenes. Las orejas falsas se han realizado de muchas maneras a través de la historia.

Dentro de la oreja todos los mamíferos tienen un cartílago que es el que en mayor o menor medida le da la forma. Durante el desollado éste puede conservarse o no. En caso de conservarlo éste se queda adherido a la parte anterior de la piel de la oreja deformándose cuando seca. Por esta razón, si se retira se sustituye por otro material y si se conserva es reforzado para evitar su deformación.

En mamíferos pequeños con orejas pequeñas, o bien se desuella la oreja, limpiando el interior, dejando el cartílago y se modela encima de ésta dándole forma, o se deja el recubrimiento de piel al aire y se rellena con una masilla de relleno. También puede retirarse por completo el cartílago y modelar el interior con masilla. Joe Kish en el manual sobre la técnica de los Jonas Brothers "The Jonas Techniques" menciona el relleno de orejas y también del hocico (Kish, 1978), con una masilla de relleno a base de asbestos o pulpa de papel (si no se dispone de éstos se puede usar un papel maché comercial), arcilla seca, cola de dextrina y agua (Kish, 1980).

Se puede separar entre orejas desnudas como las de los cerdos, y las orejas más grandes y peludas, como las de los conejos. Las primeras son más difíciles de reproducir porque no tienen pelo y es más difícil disimular la deformación, y por ello solían ser modeladas en el exterior.



**Figura 156. Orejas modeladas (recubiertas) con masilla**

<sup>339</sup> Masilla epoxídica



Una evolución/variante de la técnica se desarrolló en un curso de preparación de especímenes para la Galería de Mamíferos del Museo de Australia, donde las ratas se montaron de manera tradicional y los labios, la nariz, la boca y las orejas no se tocaron<sup>340</sup>, colocándolas antes de que secaran las pieles en una máquina de liofilización, evitando el encogimiento y la distorsión de estas partes. (Hangay y Dingley, 1985).

Las orejas de animales más grandes o medianos pero de tamaño mayor como en conejos son desolladas y sustituidas o reforzadas<sup>341</sup> para evitar la deformación. Actualmente se utilizan dos técnicas básicas: el relleno con “forros” o “camisas” conocidas en inglés como “earliners”, “láminas” elaboradas generalmente con técnicas de moldeo, y el relleno con masillas de relleno<sup>342</sup>.



**Figura 157. Distintos modelos de Earliners**

Comercialmente se venden camisas de distintos materiales y tamaños para adaptarlos a cada espécimen, pero se las puede fabricar uno mismo. Los Jonas Brothers comercializaban earliners de plástico<sup>343</sup>, de papel<sup>344</sup>, Celastic<sup>345</sup>, plomo<sup>346</sup> o cuero<sup>347</sup>

<sup>340</sup> Los mamíferos pequeños no pueden montarse como los grandes mamíferos donde las zonas carnosas se vacían y se rellenan con material de modelado para evitar la contracción (Hangay y Dingley, 1985)

<sup>341</sup> Si se deja el cartílago, éste queda adherido a la parte anterior de la piel de la oreja, desollándose la parte posterior e introduciéndose la lámina de refuerzo.

<sup>342</sup> También han sido rellenas con alambre dándoles forma o reforzando el cartílago en el centro de la oreja.

<sup>343</sup> Se realizaban con plástico fuerte y flexible, fácilmente adaptable a tamaños más pequeños si se requería, earbutts completos dice (culata de oídos, auriculares?) . Su frase era “Jonas Bros. Inc. Earliners patentados, a menudo imitados, nunca igualados” (Jonas brothers, 1977, p. 11)

<sup>344</sup> se construían de la misma manera que los cuerpos: las tiras de papel se aplican sobre el molde siendo impregnadas estas con una mezcla de harina, dextrina y agua u otro tipo de engrudo. Se aplican dos capas. La desventaja es que cualquier manipulación brusca puede distorsionar la forma de la camisa (Kish, 1978).

<sup>345</sup> La ventaja del mismo es que se adapta muy bien a la forma del molde para hacer las orejas, pero es más caro que el papel. Es un material industrial similar a la tela que se disuelve al sumergirlo en acetona. Cuando está mojado se utiliza para construir la oreja de la misma manera que con el papel, por tiras. Al ser más grueso que el papel requiere menos capas. Cuando seca, es resistente al agua. La desventaja es que la acetona puede disolver los desmoldeantes quedándose el Celastic pegado al molde, por lo que hay que revestir el molde con papel de aluminio. (Kish, 1978).

<sup>346</sup> Jonas Brothers consideraban que las earliners de plomo eran uno de los mejores materiales y que aún en los años 80 se utilizaba en los museos. No es tan barato como la utilización de papel pero tiene la ventaja de que se pueden hacer ajustes a la forma inclusive una vez se ha insertado en la piel de la oreja (Kish, 1978). Generalmente no se hace con la culata de los oídos, sino que esta se hace con masilla. Estos autores indican que da mejores resultados la hoja de plomo perforada, pero que es más difícil de conseguir. Pero recomienda lavarse las manos tras la manipulación con plomo ya que es un metal pesado y se pueden correr riesgos de intoxicación.

Respecto a las técnicas de relleno con masillas o técnica de modelado, el material preferido actualmente es la pasta Bondo<sup>®348</sup>. La producción de camisas con pasta Bondo (rígidas) ha dado lugar al conocido como método o técnica Bondo. Louise y Vern Pearson explican que prefieren el método Bondo a las camisas tradicionales y que, al preparar la masilla, añaden esteras picadas de fibra de vidrio para dar más fuerza a la oreja. La masilla tiene la ventaja de que se puede adaptar de mejor manera a la oreja y que una vez dentro se puede modelar creando arrugas y otros elementos propios del animal (Pearson y Pearson, 2010).

Muchas orejas actualmente se hacen a medida rellenándolas de fibra de vidrio, masilla epoxi o revestimientos con polímeros sintéticos (Dickinson, 2006).

### **Ojos artificiales (vidrio, resina sintética)**

A lo indicado ya con anterioridad en el apartado dedicado a aves se puede añadir que los ojos artificiales de los mamíferos son en su mayoría más complejos y elaborados. No solo varían en el color, la forma y detalles anatómicos (los ungulados poseen una pupila en forma de rectángulo vertical, o los carnívoros y muchos reptiles una hendidura vertical en forma de diamante). De hecho, muchos taxidermistas, careciendo de los ojos adecuados adquirirían cualquier sustituto barato que encontraran (Morris, 2010).

Actualmente y en el pasado cómo ya se ha referido, la fabricación de los ojos es una industria artesanal de gran calidad, desarrollada especialmente en el este de Alemania donde se crean prótesis (ojos de cristal) para seres humanos hechas a mano (Morris, 2010). Otra industria surtidora es la destinada a juguetes y muñecas, como las existentes en Birmingham en el siglo XIX (Morris, 2010).

A las tipologías ya citadas en aves se pueden añadir otras más como las descritas por A. Morris en su libro *A History of taxidermy. Art, science and bad taste* de 2010 que se describirán a continuación.

Ya se ha señalado que los ojos se pueden colorear de dos maneras<sup>349</sup>: una era y es pintar las partes de atrás planas o abovedadas de cristal con pintura al óleo diluida, copiando los colores y detalles de notas de campo. Tras el secado de la pintura, ésta se cubría con una capa de cera o pintura más gruesa (a menudo pintura de plomo roja) para proteger la coloración y evitar los daños derivados de la incrustación de los ojos en la arcilla húmeda para posicionarlos en la cabeza (Morris, 2010).

Montagu Brown, 1884 describe los ojos denominándolos "botones de cristal", y los emplea tanto para peces, reptiles, aves y mamíferos exceptuando los ejemplares más pequeños, empleando en su lugar globos huecos de media circunferencia con forma ovalada. Estos son pintados a mano en el interior con colores al agua o al óleo y barnizados tras el secado, rellenos con guata y masilla, o modelados en cera, no en arcilla y fijados en las órbitas con esta misma sustancia (Brown, 1884).

---

<sup>347</sup> Hechos con cuero de silla de montar. Estas se deben humedecer durante unos minutos para darles forma, pero tienen la desventaja de que se pueden deformar durante el secado porque éste es muy lento (Joe Kish, 1978).

<sup>348</sup> Parece ser que es una mezcla de poliéster y talco.

<sup>349</sup> Esto se hacía en el pasado pero actualmente muchos taxidermistas siguen utilizando estas técnicas.

Actualmente algunos taxidermistas utilizan la pintura acrílica para pintar los ojos. Los coloreados a fuego ya han sido descritos.

Los ojos empleados desde finales del siglo XVIII se hacían a través de moldes, vertiendo o apretando el material en ellos. Primero se colocaba el vidrio transparente y luego la pupila negra. (Morris, 2010). Los primeros ojos que aparentemente dejaron de fabricarse alrededor de 1830, tenían sólo un menisco<sup>350</sup> delgado de vidrio transparente con una pupila sencilla pintada o fundida en el centro del mismo desde la parte posterior (Morris, 2010).

El ojo más común y barato en el siglo XIX consistía en una forma hemisférica hecha al aplicar en un molde de esta forma vidrio transparente y el color era aplicado a la superficie posterior plana. (Morris, 2010). Estos ojos tienen el aspecto o la forma de una cúpula de vidrio transparente sobre un disco de color (Morris, 2010).

Vistos en ángulo recto los ojos parecen reales pero al verlos de manera oblicua, solo se ve el vidrio y los colores se pierden (esto se hace más evidente al mirarlos directamente enfrente de la nariz). Estos ojos es muy común encontrarlos en los antiguos montajes de grandes mamíferos y cabezas de trofeos. (Morris, 2010).



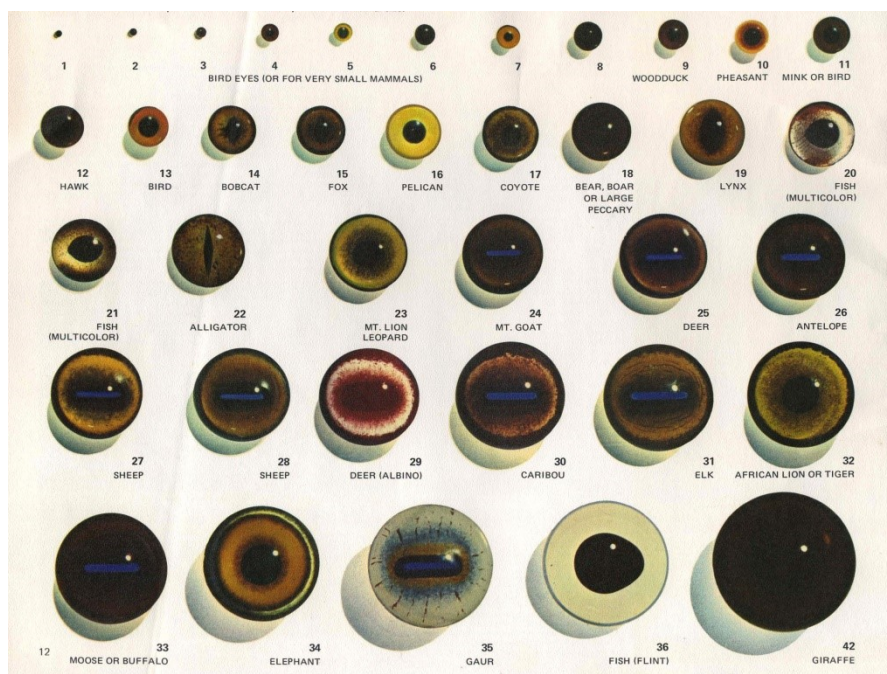
**Figura 158.** Imagen de un Gerenuc, *Litocranius walleri*, en el que visto de frente se ve el cristal traslúcido.

Los Jonas Bros por ejemplo también suministraban diversos tipos de ojos pintados a mano hechos al fuego, de esmalte blanco, con alambre o sin él, con formas algo abovedadas y con pupila o sin ella, para pequeños mamíferos y aves; u otro tipo para caza mayor o predadores con forma abovedada (cóncava-convexa) en los cuales la pupila de forma redondeada, ovalada o en forma de rendija reflejaba, decían, una coloración azulada muy natural (Jonas Brothers, 1977). También importaban ojos de Alemania e indicaban lo costosos que resultaban los ojos de buena calidad, dado la creciente

---

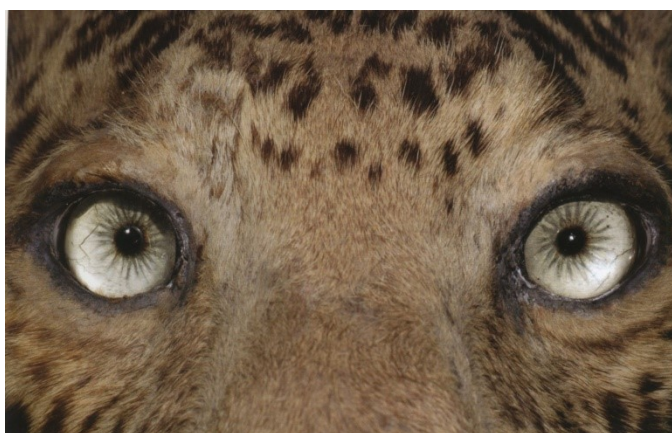
<sup>350</sup> Lente cóncava por una cara y convexa por la otra

desaparición de artesanos, (Jonas Brothers, 1977), como reflejan muchos autores en distintas épocas. Esta subida de precios no siempre significaba que los ojos adquiridos fueran de buena calidad. (Jonas Brothers, 1977).



**Figura 159. Muestrario de ojos del catálogo de Jonas Brothers con pupila azulada**

La empresa Van Ingen & Van Ingen, especializada en felinos, hacía ojos pintados a mano en los que se incorporaba una capa plateada, dando lugar a miradas penetrantes (Morris, 2010).



**Figura 160. Ojos de la Casa Van Ingen & Van Ingen con fondo de plata**

Actualmente, los ojos de mamíferos de mejor calidad consisten en una cúpula hueca con el color aplicado en las paredes interiores, que da lugar a que los ojos parezcan naturales desde cualquier dirección (Morris, 2010).



En la actualidad muchos taxidermistas utilizan para montar sus piezas ojos Tohickon IQ. Esta empresa americana suministra ojos de gran calidad de diversas tipologías.



**Figura 161. Ojos de la casa Tohickon abovedados**



**Figura 162. Ojos de la Casa Tohickon para mamíferos pequeños, denominados cabujones**

Pero no sólo es importante el tipo de ojo y la colocación. Montagu Brown hace hincapié también de los músculos que rodean órganos como los ojos (Brown, 1884). Esto incluye los músculos encargados de mover la piel, los párpados y los labios, al igual que los músculos de los oídos hacen que un animal parezca estar alerta en función de la posición de las orejas (Morris, 2010).

Por otro lado, la forma de fijación está íntimamente relacionada con el tipo de ojo. Las que tienen alambre se pueden insertar en el algodón o en la arcilla; los otros, mayoritariamente se sujetan con adhesivos a la cama de apoyo.

Louise y Vern Pearson fijan este tipo de ojos en las cuencas con arcilla de papel<sup>351</sup> empleando este mismo material para construir los párpados (Pearson y Pearson, 2010).

#### **Fijación y cosido de la piel**

Al igual que en el caso de las aves, también se fija la piel y se ponen alfileres, grapas o se clava para que seque sin moverse de su sitio; éstos son retirados posteriormente cuando la piel ha secado.

Para ver una técnica más moderna, en el montaje de la cabeza de Tar del Himalaya *Hemitragus jemlahicus*, por Louise y Vern Pearson, ya mencionada, éstos colocan la piel sobre la forma de la

---

<sup>351</sup> Que es arcilla con fibra de papel añadida.

cabeza; la clavan en su posición con unos clavos especiales en forma de T usados para macramé, y cosen la piel usando hilo trenzado de 20 libras<sup>352</sup> y una puntada de béisbol<sup>353</sup> con 5 milímetros de distancia entre cada una. Luego graparon la piel a la tabla situada en el tope del cuello del maniquí con una grapadora neumática, utilizando grapas de 18 milímetros de acero inoxidable. (Pearson y Pearson, 2010).

### **Peana o elemento sustentante**

Las peanas suelen ser de madera, generalmente de forma cuadrangular. Algunas van tratadas (pintadas y/o barnizadas) y otras llevan placa de inscripción. Pueden reproducir suelos como terrenos escarpados, piedras o un recuadro relleno de arena.

Otros elementos como atrezos y bases en dioramas y grupos biológicos, son muy complejos como para describirlos de manera pormenorizada, pero básicamente se trata de los propios materiales utilizados en las naturalizaciones, especialmente de grandes mamíferos: estructuras de madera y/o metálicas recubiertas inicialmente por yesos y escayolas con materiales de moldeado como ceras para dar la forma y pintados al óleo. Por ejemplo, en el Museo de Nueva York las bases (suelos) son estructuras de vigas de madera y tela metálica cubiertas con escayola, dextrina y blanco de España y fibras de asbestos (Nunan et al. 2012).

Los fondos de los dioramas son pintados generalmente al óleo sobre telas de lino, algodón o cartones. Con la llegada de las resinas modernas estos materiales variarán acorde a veces con las propias naturalizaciones. Recordar que a menudo estas cuentan con puntos de iluminación que también hay que tener en consideración.

En otras ocasiones caben destacar algunos elementos para dar más realismo como el empleo de material vegetal natural o por ejemplo el caso de Hornaday que para dar mayor realismo a la escena incluía en los dioramas huellas de animales realizadas con escayola, de manera que esta imitaba un lodazal (Aragón, 2014)

Como se ha indicado, muchas veces la firma del taxidermista aparecía en algún elemento del paisaje. Rowland Ward firmaba sus montajes en elementos situados en primer plano (Aragón, 2014).

---

<sup>352</sup> Se trata de un tipo de hilo de pescar que suelen ser de Nylon, y el valor de 20 libras aguanta unos 9 Kg de peso, lo que marca la fuerza del hilo.

<sup>353</sup> Este tipo de puntada es la utilizada en las pelotas de béisbol.



## 11.4 PINTURA/POLICROMÍA

### ¿Por qué se pintan ciertas partes de los especímenes?

Como señala Brown en 1884:

Los pájaros cuando están vivos, tienen las patas, picos o/y caras de varios colores brillantes (luminosos). Cuando mueren pierden esta tinta y después de un lapso de tiempo la materia coloreada desaparece casi por completo y solo es posible recuperar la apariencia anterior por medio de tratamientos artificiales de las partes decoloradas (Brown, 1884, p. 207).

La pérdida del color en estas partes al morir el animal, y no en las plumas o el pelo es debido a que estos pigmentos forman parte de tejidos vivos (melaninas y carotenos en la epidermis y dermis<sup>354</sup>) y de la sangre del animal. Por ejemplo las carúnculas de los pavos silvestres, *Meleagris gallopavo*, obtienen su color rojo debido a la circulación de la sangre por este tejido, más concretamente a la hemoglobina de la misma (Laruelle et al., 1951, citado por McGraw, Hudon, Hill y Parker, 2005).

Al morir el animal, la sangre se oxida modificándose su color. Las plumas y el pelo en cambio, como se ha señalado, son "elementos muertos" del cuerpo, es decir, al desarrollarse ya no reciben más nutrientes volviéndose una estructura muerta, es por ello que se van renovando periódicamente con las mudas.

En algunas especies estas zonas se oscurecen y en otras el color se desvanece. Esto también tiene que ver con el tipo de pigmento y estructura del tegumento, ya que además la piel tiene una conformación que puede percibirse al igual que en las plumas de colores azulados o verdes, existiendo también en ella el llamado color estructural,<sup>355</sup> que ya se ha mencionado en el capítulo anterior.

Además, los procedimientos de curtido y preparación de la piel contribuyen a la variación o el desvanecimiento de estos colores, que se alteran con el tipo de tratamiento, zona del cuerpo, tipo de tejido y tipo de animal.

Por ello, zonas como las patas y el pico de las aves, así como algunas de la piel como el área alrededor de los ojos, o algunas zonas menos emplumadas como cabezas de buitres y cuellos de algunas especies, han sido pintadas.

---

<sup>354</sup> Este tema es muy complejo y la presencia o no de unos pigmentos u otros en las distintas capas de la piel varían de unas especies a otras.

<sup>355</sup> El color estructural no iridiscente en la piel, patas o partes del pico de ciertas aves se forma a partir de una capa inferior de melanina y una superior gruesa de fibras de colágeno ordenadas espacialmente (Prum y Torres, 2003).



**Figura 163. Zonas desnudas y picos pintados en un buitre y un flamenco del MNCN realizado por JM Benedito**

En mamíferos es más raro que se hallen zonas con pintura, pero algunos animales tienen originariamente colores llamativos en zonas de la cara y éstos, al morir el animal, sufren el mismo proceso que las patas y picos de las aves. Por ejemplo, se puede encontrar policromía en monos, como el mono dorado de cara azul o los mandriles, o en animales que carecen de pelaje como los elefantes.



**Figura 164. Cara de un mandril, “*Mandrillus sphinx*” del MNCN pintada.**

Proporcionar color a estas zonas no es sencillo ya que, como señala Montagu Brown, (1884) por un lado, el exceso de pintura puede ocultar las características propias del ave (escamas en las patas o rellenar las papilas de la cara) y, por otro, las zonas coloreadas pueden tener una apariencia excesivamente brillante o barnizada (Brown, 1884).

Históricamente se ha empleado la pintura al óleo y se solía aplicar con pincel, aunque la metodología de aplicación ha sido muy importante para proporcionar resultados realistas. He subido y unido este párrafo Montagu Brown, por ejemplo, recomendaba la utilización de tubos comerciales de colores al óleo por su bajo precio y comodidad. Para la aplicación sólo se debía mezclar el color tal cual salía del tubo, con esencia de trementina, y aplicarlo diluido para proporcionar la coloración sin brillos y una apariencia translúcida (Brown, 1884).

Los colores que aconsejaba este autor como más útiles para conseguir casi todas las tonalidades eran el amarillo de cromo, ocre amarillo, azul de Prusia, azul permanente<sup>356</sup>, rojo luminoso (light red), sombra tostada, blanco de plomo (albayaide), y bermellón<sup>357</sup>. (Brown, 1884). El negro Brunswick "Brunswick black,"<sup>358</sup> se utilizaba diluido a veces para colorear los hocicos de los mamíferos, aunque los grises predominaban sobre los marrones y los artistas preferían hacer mezclas de los colores antes enumerados (Brown, 1884).

Algunas aves requerían tratamientos especiales. Por ejemplo, las caras de los loros decía Montagu Brown debían ser blanqueadas con albayaide<sup>359</sup> aplicado con un trozo de algodón (Brown, 1884).

Como se recordará, algunos tegumentos encogen y para prevenir este efecto Montagu Brown decía que se podía evitar por medio del uso de cera<sup>360</sup>, con la cual se podían pintar finamente los picos largos de algunas aves, y las patas de todas, restaurando también la apariencia carnosa de zonas como las barbas (Brown, 1884).

Para reproducir el color previamente debía copiarse los colores del animal antes de que éste se hubiera secado. Los tegumentos así coloreados (sobre una capa de cera) perdían el aspecto duro que presenta la pintura directa sobre el tegumento arrugado (Brown, 1884). El interior de la boca de los mamíferos, la lengua, los párpados y la nariz, se debe tratar de una manera similar (Brown, 1884).

Los pájaros pequeños, con pies o picos negros que conservaban su color después de muertos, solo les aplicaba un pincelado con aceite para darles "la frescura adecuada". (Brown, 1884).

Aunque no era frecuente barnizar estas zonas, como ya se ha comentado, existían algunas mezclas como las sugeridas por Mario Goñi para barnizar pieles de reptiles, patas y picos de ave. Una de ellas es a base de trementina fresca y pura, alcohol y trementina a partes iguales y colofonia. Otra de color dorado, hecha con goma transparente, resina, azafrán, y alcohol de 90° (Goñi, 1960).

Además de reproducir los colores propios del animal, a menudo se debe imitar la sangre<sup>361</sup> al montar escenas de pelea o caza, por ejemplo (Brown, 1884, p. 216) u otros elementos como por ejemplo la nieve<sup>362</sup>.

---

<sup>356</sup> Este es el azul ultramar sintético.

<sup>357</sup> Montagu Brown decía que si estos colores eran caros, se podían comprar en polvo y hacer la mezcla pertinente o comprarlos al *oilman* ya mezclados siendo entonces diluidos en una mezcla de 1 parte de barniz para papel y dos partes de trementina (aguarrás), aumentando o disminuyendo la cantidad de barniz en función de si los colores usados están en polvo o ya mezclados (Brown, 1895)

<sup>358</sup> Es un pardo bituminoso y algo translúcido, compuesto fundamentalmente de asfalto, aceite de lino y trementina, barato y duradero según Brown (Brown, 1894).

<sup>359</sup> El blanco de plomo es muy tóxico.

<sup>360</sup> Esta capa de cera se aplicaba con un grosor diferente según la zona, para que el tegumento perdiera el aspecto duro de la pintura directa sobre el tegumento arrugado y luego se trabajaba con punzones y otras herramientas para reproducir las escamas encogidas de las patas (Brown, 1884)

<sup>361</sup> Montagu Brown, 1884, sugiere que esto se puede hacer con bermellón y rojo de plomo mezclados con barniz o pintando una base de rojo de plomo mezclado con cola espesa sobre la que se aplica el bermellón. Además, indica que no todas las reproducciones de sangre son iguales, diferenciándose en el matiz, si se trata de carne desgarrada, sangre fresca o coagulada.

<sup>362</sup> La nieve, por ejemplo, se puede imitar con azúcar entre otras recetas que incluye en su manual. (Brown, 1884).



**Figura 165. Conejo presa de un águila en un diorama MNCN con sangre en el hocico**

Un caso curioso relativo a colorear picos es el que presenta Waterton en su libro "Wanderings in South America", de 1825 en el que reproduce el color de los picos de los tucanes de una manera inusual, cortando el techo de la mandíbula superior, limpiando el bosque de venas y fibras óseas y llegando a una "sustancia" que es más firme que la piel pero no tanto como el cuerno, según indica.

Existe una membrana tierna que es la que proporciona el color al pico. Cuando el ave muere, esta se oscurece, así que la metodología referida consiste en cortarla y retirarla, con lo que la zona se vuelve translúcida. Esta operación debe hacerse con cuidado para no dañar el pico. Para eliminar la transparencia del pico y lograr una apariencia más natural, se introduce una mezcla espesa de carbonato cálcico mezclado con agua, a la que se le añade goma arábiga para evitar que esta masa craquele y se desprenda tras la aplicación. Ésta se aplica con una brocha en el interior de las dos "mandíbulas". La parte de la mandíbula inferior que tenía originariamente un color azul, se debe pintar de azul (Waterton, 1825).

Montagu Brown indica que se podrían introducir el color en las crestas, barbillas y picos de algunas especies de aves por medio de inyecciones subcutáneas de diversos tintes cuando el espécimen está fresco, pero para ello el taxidermista debería ser un anatomista cualificado y disponer de suficiente tiempo para efectuar el proceso, con lo que el procedimiento resulta impracticable (Brown, 1884).

Mario Goñi indica, por su parte, si se carece de pinturas, por ejemplo, de tinta china o al aceite, se pueden sustituir por las de cera, calentadas al baño María, o por anilinas preparadas con barniz (Goñi, 1960).

En el libro "Biological museum methods", de la década de los 80 del siglo XX, se recomendaba el empleo de un equipo de pulverización pequeño, que fuera adecuado para el uso de determinadas pinturas como la pintura nitrocelulósica o el esmalte acrílico, aplicando previamente una capa fina blanca a modo de imprimación y construyendo posteriormente las tonalidades de color. (Hangay y Dinglay, 1985) Párrafo subido y unido También sugería la aplicación de pintura al óleo o acrílica con pincel, advirtiendo que la pintura acrílica era mejor que el óleo, ya que podía diluirse en agua y secar en pocos minutos, aunque en ocasiones algunas patas y picos de aves están recubiertas con una capa cerosa que repele el agua, por lo que debían ser pintadas al óleo (Hangay y Dinglay).

En la misma obra se indica que debe evitarse el aspecto de “estar pintado”, debido a una aplicación excesiva de pintura, o por reproducir de manera incorrecta los colores. Siempre es mejor aplicar la pintura en capas finas. Para contrarrestar el brillo característico de las pinturas nitrocelulósicas o lacas acrílicas y esmaltes, se puede emplear un barniz semi-brillante o incluso mate para terminar. (Hangay y Dinglay, 1985), y para disimular el aspecto demasiado mate que adquieren a veces los óleos y la pintura acrílica al secar, se puede aplicar una capa ligera de barniz semi-brillante (Hangay y Dinglay, 1985).

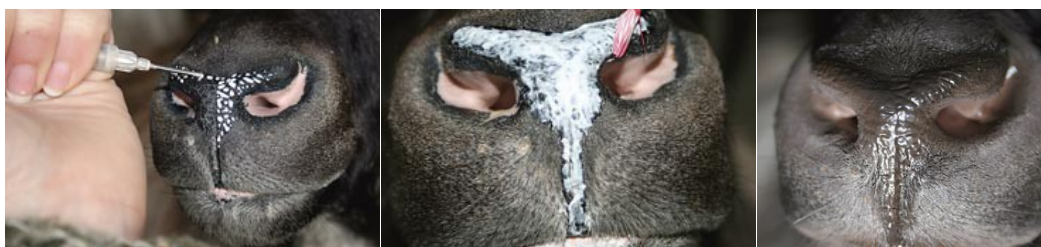
Se debe evitar pulverizar accidentalmente las plumas, ya que es muy difícil eliminar cualquier tipo de pintura del plumaje. (Hangay y Dinglay, 1985).

En reproducciones más modernas estos elementos pueden variar (**contrastar**). En la actualidad se emplean otros aglutinantes y se suele pintar preferiblemente con aerógrafo.

Actualmente existen empresas especializadas en pinturas y resinas para aplicar como recubrimientos y adhesivos para taxidermia. Una de ellas es la empresa Van Dyke’s cuyos productos son muy apreciados por distintos taxidermistas.

Esta empresa comercializa los colores Lifetone<sup>®363</sup> que vienen premezclados y listos para el aerógrafo (Rinehardt, 2006).

Existen técnicas y materiales para reproducir características propias de algunas regiones como el aspecto carnososo y húmedo de un hocico. Además funcionan como una especie de imprimación para poder aplicar de manera controlada y uniforme el color. Por ejemplo, para este proceso, Louis y Vern Pearson en la naturalización de una cabeza de un Tahr aplican sobre la piel del hocico una resina de la casa Van Dyke’s “Flexible Fin Finish”<sup>364</sup>. Esta capa es recubierta por los llamados colores Wildlife colors<sup>365</sup> suministrados por McKenzie. Para imitar la humedad del interior de las fosas nasales y el hocico, estas zonas se recubren con Cabot’s Acrylic Gloss aplicados con aerógrafo (Pearson y Pearson).



**Figura 166. Acabados en un hocico de Tahr**

---

<sup>363</sup> Estos colores son lacas de alta calidad, resistentes al UV, con un secado muy rápido y muy cubrientes, sin quedar empastados.

<sup>364</sup> Se desconoce la naturaleza del producto, tan solo que es acuoso y que acepta bien colores a base de látex, lacas o pinturas al óleo.

<sup>365</sup> Son pinturas acrílicas al agua que están diseñados para su uso directo sin preparar.



## 11.5 ALGUNOS PRODUCTOS Y RECETAS EMPLEADAS EN LA PREPARACIÓN DE LA PIEL.

Cómo se ha indicado, la taxidermia de los ejemplares implica el desarrollo de una serie de pasos para preparar las piezas<sup>366</sup>, en especial la piel, como es el desollado, el piquelado, el curtido o las distintas operaciones de montaje.

La palabra preservativo, utilizada durante el siglo XVIII y XIX, era utilizada por Boitard (1881) para designar “un producto antiséptico que poseía propiedades conservadoras, entre las que se sitúa impedir el desarrollo de insectos y provocar un desecado rápido de la piel para evitar la caída de pelos y plumas” (Pequinot, 2006).

En todos esos pasos no sólo se prepara la piel como se ha señalado en el capítulo 4, sino también se aplican otros productos con diversas funciones, como por ejemplo los tratamientos para limpiar el esqueleto<sup>367</sup>, o los productos para limpiar<sup>368</sup> la sangre y grasa de plumas y pelaje durante el desollado,<sup>369</sup> o adhesivos<sup>370</sup>, perfumes<sup>371</sup> o sustancias desengrasantes,<sup>372</sup> entre otros. Además gran parte de los ejemplares poseen partes que no se pueden curtir o piquelar, pero es necesario conservarlas<sup>373</sup>. **En esta tesis se expondrán fundamentalmente distintas recetas para elaborar sustancias que eviten o frenen el deterioro la piel.**

Existen históricamente numerosas recetas empleadas en cada proceso, influidas básicamente por ciertas premisas: su eficacia contra las plagas, evitar su toxicidad, el tipo de animal (tamaño, etc.).

Recordar que los primeros especímenes que se naturalizaban eran de pequeño tamaño durante el siglo XVII y XVIII, con algunas excepciones y que hacia el siglo XIX se generalizó la preparación de animales de mayor tamaño. Recordar también que muchas veces se refiere como curtido a las técnicas que no curten realmente la piel, como es el piquelado o la aplicación de otros tratamientos preservativos.

Se puede encontrar una amplia bibliografía a este respecto y las técnicas y productos se pueden hallar en los numerosos manuales de taxidermia que se han escrito en todos los países a lo largo de la historia. Se presentarán a continuación algunas recetas y productos, los más conocidos y usados y

---

<sup>366</sup> En esta tesis no abordaremos las técnicas de sacrificio, tan solo decir que en los métodos científicos se suele intentar utilizar técnicas menos cruentas como la narcotización.

<sup>367</sup> Las técnicas de limpieza del esqueleto para eliminar los tejidos blandos son variadas y van desde la eliminación con maceración natural con bacterias o química con enzimas o alcalinas, por cocción o por el uso de artrópodos como derméstidos (Barreiro et al, 1994)

<sup>368</sup> En otras ocasiones si durante el desollado de las aves las plumas se manchaban de sangre o grasa que era un gran problema, éstas se podían limpiar bien con polvo de talco, o jabón de fregar platos como Mistol (com. personal, Castelo Vicente, 2012) o con una solución por ejemplo de potasa cáustica, jabón de palo (vegetal) y agua. (Goñi, 1960, p. 41)

<sup>369</sup> Generalmente en aves se intenta evitar tener que limpiar las plumas ya que luego no suelen quedar bien.

<sup>370</sup> También se han empleado adhesivos para pegar partes del cuerpo, o la piel preparada al maniquí. Por ejemplo para pegar partes Mario Goñi en 1960 da una fórmula a base de goma arábica (120 grs), almidón, 185 grs, coloquintida (60 grs), alcohol (5c.c) y agua (aprox. 500 c.c.). Otra receta también a base de coloquintida, cola fuerte y almidón (Goñi, 1960). Por ejemplo Louise y Vern Pearson utilizan un adhesivo a base de dextrina (Pearson y Pearson, 2010)

<sup>371</sup> A veces como extra ya que algunos procedimientos oían mal también se preparaba “fragancias” para perfumar las pieles a base de alcohol y esencia de naranjo o de rosa a partes iguales (Goñi, 1960).

<sup>372</sup> Algunas sustancias desengrasantes usadas son, entre otras, el tetracloruro de carbono, tetra cloro etano, gasolina y cloroformo (Goñi, 1960). El tetracloruro de carbono y el cloroformo son sustancias muy tóxicas y narcotizantes.

<sup>373</sup> Para conservar estas partes se puede aplicar alcohol, soluciones acuosas de alumbre, preparados de formol, de cloruro sódico o de glicerina (Goñi, 1960).



también algunas recetas curiosas, con el fin de proporcionar una idea de la variedad de productos que pueden estar presentes en un animal naturalizado.

**Cómo se ha indicado, los tratamientos empleados determinarán en gran medida el comportamiento de una naturalización frente a los agentes de deterioro y las actuaciones de conservación a desarrollar, ya que además, los especímenes pueden presentar cierta toxicidad y, por ello, alguna dificultad en su manipulación durante las operaciones de restauración como se verá en los siguientes capítulos.**

Ya se ha expuesto que antes de la taxidermia los egipcios usaban para la momificación aceites, esencia de trementina y sales (Pérez, S., s.f.) además de otros procedimientos de momificación que se han producido a lo largo de la historia que aunque son de naturaleza diferente, son un principio.

Los nativos de muchas culturas han preparado las pieles de diversas maneras. Los nativos americanos usaban cenizas de madera para eliminar el pelo y sesos como agente de curtido. Además, masticaban las pieles para que fueran más suaves (Boren et al., 2004). Muchas de los procedimientos primigenios en la taxidermia se fijaron en las técnicas de curtido de pieles de vestir.

Las primeras recetas conocidas eran a base de especias. En este sentido, puede recordarse el noble holandés del siglo XVI que empleaba especias de las Indias (Pérez, S. s.f.)

Los productos preservativos aplicados a la piel pueden presentarse en estado líquido, en pasta o en polvo (Goñi, 1960), aplicados en el lado de la carne, o también puede presentarse como licores aplicados en cocciones y baños que tratan la parte externa de la piel (Pequignot, 2000, p. 54). Así mismo, los productos aplicados pueden variar aplicándose varios en un mismo animal, según la región del animal y en función del estado de la piel, aunque se suele aplicar uno general para proporcionar continuidad a la epidermis (Goñi, 1960, p. 29). Las recetas también varían en función del tamaño del animal y del tipo.

### **Algunas recetas**

Desde el siglo XVIII, cuando proliferan más publicaciones a este respecto, han sido descritos alrededor de 140 tratamientos de preservación para taxidermia de mamíferos (Williams and Hawks, 1987, Pequignot, 2002)<sup>374</sup>.

#### Siglo XVIII

Entre los tratamientos pioneros algunos autores como Mauduit (1773) y Nicolas (1774) propusieron el uso de repelentes de fuerte olor que repelieran el ataque de los insectos (Pequignot, 2006). Georges Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788), intendente del Jardín Real de plantas de París, en 1763 proponía una mezcla de plantas aromáticas (hojas de tomillo, laurel y romero), de cortezas de limón y naranja, de semillas (comino, coriandro, canela y pimienta). Además testó el curtido con corteza de roble (Pequignot, 2000).

---

<sup>374</sup> Los efectos de estos tratamientos sobre la elasticidad y flexibilidad de la piel se desconoce (Pequignot, Tumosa, von Endt, 2006).

Otros naturalistas empleaban curtidos a base de retama verde o helecho picado junto a excrementos de animales (pollo, perro o paloma). Otra variante era a partir de corteza de abedul o de madroño. También se usaron licores de brezo, zarzas, espinos negro y ciruelas silvestres (Pequignot, 2000).

Otra variante curiosa era la de encerrar la piel en una caja de hierro y sumergirla en agua hirviendo para con el calor matar los insectos y sus huevos. Pero más curioso aún era el método al horno de Reamour (1683-1757), que consistía en que a través de la aplicación de calor, los insectos salían y caían al suelo, donde se pisaban para acabar con ellos (Pequignot, 2000). El problema de este método era que desecaba la piel y propiciaba el deterioro enzimático (Pequignot, 2006.).

Buffón en 1764 aporta una mezcla de especias para preservar pieles a base de hojas de ruda, bálsamo de limón, romero, salvia, tomillo, absenta, mejorana, laurel, hisopo, mirto, tomillo, albahaca, raíz de iris, de angélica, raíz de llamas (lirio blanco), de "*calamus aromaticus*", flor de rosa, manzanilla, trébol de olor, lavanda, cáscara de naranja y limón, semillas de hinojo, de anís, de cilantro, comino, mirra, áloe, incienso, benjuí, estoraque, calamite, clavo de olor, nuez, nuez moscada, canela, pimienta blanca, (azufre) (Jullien y Walter, 2002).

El abad Manesse (1743-1820) empleaba una fórmula compuesta por alumbre (500 grs), cloruro sódico (60 grs?), tartrato potásico (cremor tártaro) (30 grs?) y agua (3 lts). Otro líquido curtiente curioso es a base de cortezas básicamente y se compone de tabaco, absento, Genciana (raíz), corteza de encina, corteza de granado, corteza de quina, alumbre (120 grs) de cada componente y cuatro litros de agua. (Goñi, 1960).

La fórmula de Karl Von Linneo (1707-1778) era a base de aloe, mirra y coloquinta (Jullien y Walter, 2002)

Como ya se ha indicado y se verá a lo largo de esta tesis, la gran innovación vino de la mano de Becouer<sup>375</sup> quien, a mediados del s. XVIII (1773), ideó el conocido como jabón arsenical de Becouer, constituido por "8 onzas<sup>376</sup> de óxido de arsénico, 3 onzas de jabón y 2 onzas 2 gros<sup>377</sup> de alcanfor"<sup>378</sup>. Este preparado se aplicaba en el interior de las pieles en forma de pasta. (Pequignot, 2000).<sup>379</sup>

A partir de la receta original del jabón arsenical, han surgido muchas variantes, como la que denomina Mario Goñi como "Jabón de Marsella", que incorpora a la receta original carbonato potásico y que varía en las cantidades de los distintos componentes. En su libro también explica la preparación de éste, el jabón original de Becouer y otras variantes (Goñi, 1960).

Este mismo autor también describe algunas formulaciones que no contienen arsénico, como la pasta de sebo a base de jabón blanco de sebo, cal viva, sulfato potásico, subcarbonato potásico, cloruro sódico, aceite de petróleo, alcanfor y agua, o el jabón de naftalina que lleva solamente alcohol (suponemos que se refiere a etanol), naftalina y jabón en polvo (Goñi, 1960).

---

<sup>375</sup> Boticario y taxidermista de Metz

<sup>376</sup> 1 onza: 8 gros: 1/12 libra o sea 27,25 gr.

<sup>377</sup> 1 gros: 3,824 gr

<sup>378</sup> Dufresne L: "Taxidermia. Diccionario de Historia Natural" 1803

<sup>379</sup> Las medidas en la actualidad serían: 125 grs. de Arsénico blanco (anhídrido arsénico), 125 grs de jabón blanco, 20 grs de alcanfor, 45 grs de Sal tártaro (tartrato potásico que se puede sustituir por carbonato potásico) y 30 grs. de Cal viva (óxido cálcico).

También se encuentran preservativos con otra presentaciones, en polvo o líquidas. En referencia a éstas, Mario Goñi indica que las formulaciones en polvo no son tan efectivas como los jabones. Algunas recetas incluyen alumbre pulverizado, amoníaco y cloruro sódico a partes iguales. Otra receta incluye 100 grs de alumbre, la misma cantidad de bórax y 20 grs de cloruro sódico. Otra refiere el empleo de alumbre calcinado, alcanfor y canela a partes iguales. También aparece una similar a las originales de hierbas a base de nitrato potásico, tabaco y pimienta negra y se incluyen aún otras recetas muy variadas (Goñi, 1960).

Entre las fórmulas líquidas presentadas como "líquido curtiente" está una receta a base de corteza de encina, alumbre y agua u otra de alumbre (1 kg) , cloruro sódico (500 grs) y agua (10 lts) en la que la piel debe permanecer dos días si el animal es pequeño y entre 10 y 20 días si el animal es grande. (Goñi, 1960).

La fórmula de Hoffman daba lugar a un preservativo en polvo, consistente en sal amoniacal (30 gr) alumbre calcinado (15 gr), tabaco de Sajonia (92 gr) y Aloe (4 gr) (Jullien y Walter, 2002).

### Siglo XIX

En el siglo XIX se usaban una serie de compuestos químicos como el arsénico blanco (óxido de arsénico), el arsénico rojo (óxido de arsénico sulfurado rojo), el sublimado corrosivo (muriato de mercurio corrosivo), el vitrolero azul (sulfato de cobre) y el verdigris (óxido de cobre verde), aunque estos últimos tenían el inconveniente de desecar las pieles y de falsear los colores. También se usaban éter, azufre, esencia de trementina, cal pulverizada o alumbre en polvo (Pequignot, 2000).

J.A. Dickinson también incluye algunas formulaciones, como una receta para un preservativo, que daba Wood en 1877 y que estaba compuesto por sublimado corrosivo, arsénico blanco, espíritu del vino (etanol), alcanfor y jabón blanco Windsor. El jabón arsenical de Davie (1894) estaba compuesto por jabón blanco, polvo de arsénico, alcanfor subcarbonato de potasa y alcohol. Párrafo subido y unido También aporta una receta de un preservativo en polvo en la que especifica que no es venenosa, a base de tanino puro, pimienta roja, alcanfor, y alumbre tostado. (Dickinson, 2006).

Montagu Brown en 1896 da una receta de una parte de mercurio en 1000 partes de alcohol para prevenir y detener las infecciones por moho; es para uso externo de la piel (Dickinson, 2006). Otra mezcla proporcionada por Brown para hacer un baño en el que sumergir las pieles contaminadas está constituido por una pinta<sup>380</sup> de metilalcohol 90-95% y 10 granos de bicloruro de mercurio, agua caliente y un poco de bicromato potásico (Dickinson, 2006).

La fórmula del Museo de París (vers. 1880) consistía en mezclar alumbre (500 grs), sal marina (250 grs), y 5 litros de agua. Estos líquidos van dentro de la piel en el lado de la carne. Esta fórmula aún se sigue utilizando en algunos laboratorios del Museo. (Jullien y Walter, 2002).

A mediados del s. XIX empieza a usarse fórmulas conservantes menos tóxicas a base de taninos, pimienta roja, alcanfor y alumbre aunque el arsénico se seguirá usando debido a su eficacia (Pérez, S.,

---

<sup>380</sup> Unidad de volumen inglesa que corresponde a aprox. 473 ml.

s.f.). El uso de la sal se fue relegando poco a poco, ya que es higroscópica (capta la humedad) y oxida (corroe) las armaduras (Pérez, S., s.f.).

#### Siglo XX

Davis (1907) aporta una receta de un preservativo en polvo para mamíferos pequeños a base de salitre, alumbre tostado, yeso de parís y naftalina. Rowley (1925) propone una mezcla para aplicar en el interior de la de piel a base de 3 partes de arsénico blanco y 1 parte de sulfato aluminico en polvo (Dickinson, 2006).

A partir del siglo XIX empieza a incorporarse en la taxidermia tratamientos de curtido que provenían de la industria peletera para preparar los animales más volumétricos que permitían el trabajo de la piel en baños.

En el siglo XX predomina el curtido al cromo de pieles, pero no es apto para la taxidermia ya que provoca rigidez en la piel perdiendo la elasticidad (Pérez, S., s.f.).

En los años 70 del siglo XX se sustituye el curtido con agua, sal y alumbre de roca (piquelado) por el curtido con sulfatos de aluminio (sustituye al cromo en tratamiento de cuero) (Pérez, S., s.f.).

Los métodos de curtido han ido mejorando a lo largo de la historia dando lugar a cutidos mejores que los utilizados en el pasado (Hangay y Dingley, 1985)<sup>381</sup>.

En las aves aún se utilizaba la fórmula del jabón arsenical para preparar y preservar las pieles. Leon Luther Pray (1882-¿?) fue el primero en sustituir el arsénico por bórax para preservar las pieles<sup>382</sup>. El uso del bórax dio un nuevo impulso a la taxidermia, al eliminar el peligroso arsénico. Algunos preparadores, sin embargo, valoraban el arsénico y lo consideraban peligroso pero fiable de cara a la conservación de éstas. Otros decían que preferían encontrarse con polillas y lepismas antes que tocar el arsénico (Hangay y Dingley, 1985). Waterton por ejemplo, también criticaba el uso del arsénico. (Hangay y Dingley, 1985). Hoy en día se sabe que el bórax es insecticida para algunas especies; pero no para todas (Taxidermia Arte Ibérico, s.f.).

#### En la actualidad

Actualmente existen kits de curtido “doméstico” con métodos contemporáneos de curtido que están disponibles comercialmente. Estos suelen incluir todos o la mayoría de los productos químicos necesarios, así como instrucciones detalladas (Boren et al., 2004).

Las aves se siguen preparando con soluciones bórax.

Respecto a los mamíferos, la preparación de las pieles se realiza de manera más uniforme con las especies de tamaño superior a una ardilla, siendo curtidas, por ejemplo, con Lutan FN®, compuesto de curtido al aluminio de baja basicidad. (Dickinson, 2006).

El control de bacterias, el afeitado adecuado y la reducción de la humedad son los factores clave en la producción de un curtido adecuado. Algunos productos de curtido comunes utilizados en la

---

<sup>381</sup> Otros métodos de curtido se han visto en el capítulo 4 y se hará también referencia a ellos en el capítulo 12.

<sup>382</sup> En su manual “Taxidermy” publicado en 1943 habla de las soluciones saturadas de borax y el borax en polvo.

actualidad son conocidos como EZ-100<sup>383</sup>, Liqua-Tan<sup>384</sup>, Lu-Tan F<sup>385</sup> ya citado, o alumbre (Schaefer, 2014)

Las pieles, si se preparan utilizando cepillos mecánicos y lavados con agentes desengrasantes como Pastozol AZ® o un detergente biológico, suelen estar prácticamente libres de grasa aunque se desconoce los efectos a largo plazo de estos tratamientos (Dickinson, 2006).

Cada método de preparación dentro de la gran diversidad de procedimientos existentes, marcará el estado de conservación actual de las piezas (Pequignot, 2000).

---

<sup>383</sup> Es un sintano fenólico

<sup>384</sup> Mezcla de aceites y agentes de curtidos

<sup>385</sup> Agente de curtido mineral

## 11.6 PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES EN EL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES

A lo largo de la historia del Museo de Ciencias han pasado por sus laboratorios numerosos taxidermistas y disecadores. Ya se ha indicado que, en un principio, el Museo no contaba con un buen preparador y adolecía del mismo mal que acechaba a otras colecciones de historia natural de la época, hasta la llegada del jabón arsenical de Becover.

Por otro lado, otros muchos especímenes existentes en las colecciones históricas eran preparados directamente por los propios colectores, inclusive alguno de ellos, no entendido en la materia, que recibían instrucciones de cómo recolectarlos. Este es el caso de la petición realizada por el Rey Carlos III a los virreyes de las colonias, en el siglo XVIII, por medio de una misiva donde se adjuntan las instrucciones para realizar una correcta recolección; el 2 de Febrero de **1776** Don Pedro Franco Dávila, director del Real Gabinete de Historia natural, por Orden de S.M. ,envía unas instrucciones a los Virreyes, gobernadores, Corregidores de todos los dominios del rey para que envíen todo objeto de historia natural que recojan e incluye también instrucciones a fin de prepararlos para su envío (Dávila, 1776).

En la misiva se describe la manera de disecar los diferentes animales, distinguiendo entre aves, mariposas, escarabajos y cuadrúpedos y señalando los conservantes que se debían utilizar.

Esencialmente, los conservantes empleados eran pimienta, clavo, tabaco en rama, alcanfor, alumbre y sal gema (halita), tamizados y mezclados a partes iguales, siguiendo la costumbre de la época de utilizar especias para estos preparados (Aragón, 2014).El método de preparación variaba en función de la clasificación ya mencionada.

A continuación se adjuntan las instrucciones dadas para preparar aves y cuadrúpedos.

De las aves dice:

“ El ave, se debe desollar en estos términos: Primeramente se le cortan las piernas por las conjunturas [sic] q<sup>e</sup> [sic] le unen con el cuerpo, junto a la cabeza, desde cuya rotura derechamente hasta la parte inferior al vientre, se corta la piel a punta de escarpelo, a uno y otro lado, de modo que la parte inferior de la cortadura forme una figura de peto? el qual [sic] sutilmente e desuella hasta la pechuga (...). Antes de esta operación se le tienen molidos a partes yguales [sic], las drogas siguientes [sic]: Pimienta, clavo, Tavaco [sic] en rama, Alcanfor, Alumbre y sal gema con cuyos polvos se estrega la piel, introduciéndolos en los huecos de los ojos se les ponen unos algodones paque quando [sic] se vuelva la piel (que será á poco rato de haberla pulverizado queden los párpados estirados y sin arrugas. Concluida esa maniobra se llena el cuello con algodón o estopa fina para que el pellejo no encoja y quede sentada la pluma haciendo lo mismo con lo demás al cuerpo, sin estirar la piel por ninguna parte, a fin que las plumas mas queden con la mismas unión que quando [sic] estaba viva el ave.” (Gil, 2004, ¿??, 2009, Aragón, 2014, p.51)

De los cuadrúpedos:



De cualquiera tamaño q<sup>e</sup> [sic] sean los cuadrúpedos deven [sic] abrirse por el lomo, desde las paletillas hasta un poco antes de la cola, se ban [sic] desollando a zurrón [sic] hasta llegar al ozico [sic] y uñas de pies y manos, cortando estas por la última unión de delos [sic] de los dedos, y la caveza [sic] por la primer [sic] vertebra del cuello q<sup>e</sup> [sic] es la que está inmediata o unida ala cabeza [sic], de modo que hechos estos cortes queda la piel hecha un zurrón y el cuerpo del animal entero a esepción [sic] de la caveza [sic] y uñas que deven [sic] quedar en la piel.

Todos los huesos del cráneo y mandíbula se han de descarnar hasta que queden muy blancos, se les sacan los ojos y se estraen [sic] los sesos por el bujero del cráneo: hecho esso [sic] se les carga bastante de los dichos polbos [sic] a toda la piel y pa [sic] que la caveza [sic] no pierda su configuración, se rellenan los huecos que ocupava [sic] la carne con estopa y buelta [sic] la piel, el pelo afuera se rellena el cuello, piernas y brazos, de serrín, hasta que se seque para que no pierda su figura y de este modo se pueden transportar.

Nota: la piel q<sup>e</sup> [sic] hailevantada [sic] hasta llegar al espinazo y entrando por debaxo [sic] de esta piel, los dedos índices (ininteligible) plumas se la despega hasta la rabadilla en cuyo parage [sic], dejando la misma rabadilla unida a la piel del lomo, con la tixera [sic] se corta el espinazo, quedando levantada igual porción de piel del vientre y espalda. Luego esta piel de ambos lados se vuelve acia [sic] la cabeza. (Gil 2004; Villena et al. 2009, Aragón, 2014, p.52)

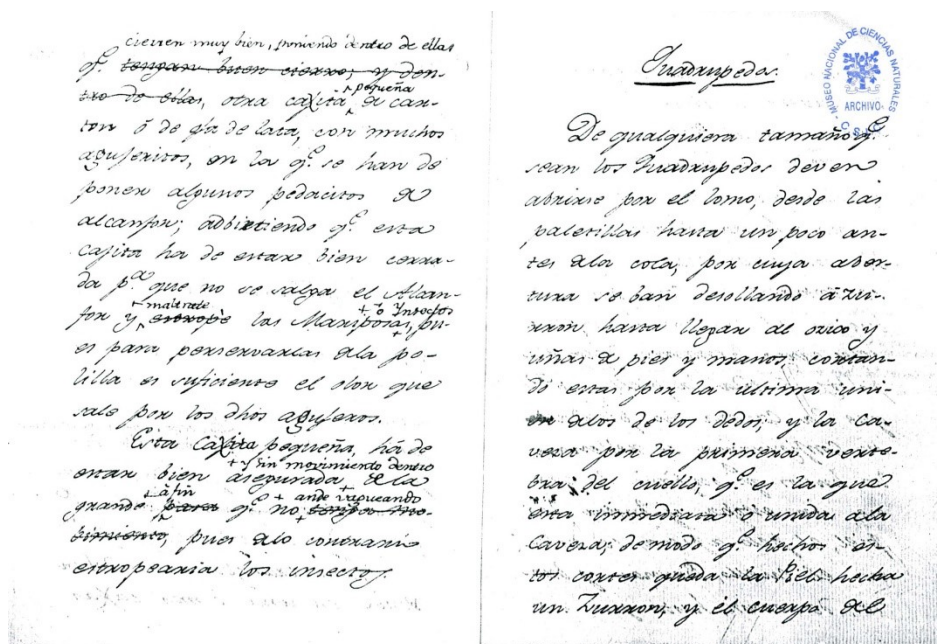


Figura 167. RO n° 276. Manera de preparar cuadrúpedos

En ocasiones se criticaba que no se siguieran las instrucciones y llegaran al museo los animales infestados de polilla, con el consiguiente riesgo de contagio para la colección (Calatayud, 1987).

Parece ser que la llegada del arsénico al Museo pudo venir de la mano de Francisco Xavier Molina, ya que el 13 de Agosto de 1784 el Conde de Floridablanca envía un oficio a D. Pedro Franco Dávila remitiéndole el memorial de Molina donde dice haber descubierto el secreto para mantener la pluma

y el pelo en aves y animales cuadrúpedos, después de haber sido disecados. En el memorial se indica que el método al que se refería era el del arsénico (Calatayud, 1987) señalando que, aunque este era muy tóxico, era el único método que realmente funcionaba<sup>386</sup>. Como se recordará, el jabón arsenical fue descubierto por Becouer en 1743, pero hubo un gran secretismo y polémica sobre la receta y esta no fue publicada hasta el año 1800 (Pérez, S., 2012). Por el momento la autora de la tesis desconoce si la referencia al arsénico está relacionada con el jabón arsenical con otro tipo de preparado.

Recordar que en esta época solo se naturalizaban en el museo, aves y pequeños cuadrúpedos, principalmente reptiles, ya que los mamíferos grandes se echaban a perder (aunque existen algunas excepciones como el elefante de Java del Museo realizado por Bru).

Al margen de las piezas referidas *grosso modo* en el capítulo del Museo de Ciencias (MNCN-CSIC), en el archivo del MNCN-CSIC, existen varias facturas, notas de taller etc. que si bien de momento no se han podido relacionar con ningún espécimen concreto, pueden dibujar un perfil de los productos, técnicas y herramientas que se utilizaban en el laboratorio de taxidermia. Pero de momento éste es un estudio que aún está abierto.

Lo que sí puede decirse es que el jabón arsenical fue ampliamente utilizado en el Museo,<sup>387</sup> al menos hasta la jubilación del último de los hermanos Benedito. Y en algunas facturas se sigue reseñando la compra de arsénico blanco. También en el estudio del flamenco rosa fechado en 1891, que se ha presentado en el capítulo dedicado al Museo de Ciencias (MNCN-CSIC), se ha encontrado jabón arsenical en composición (Gil, Santos, Castelo, San Andrés y Sánchez, 2014). El estudio de la presencia de arsénico y otros pesticidas en los especímenes es un asunto que aún está pendiente de estudio en la colección.

La preparación durante la recolección del animal jugaba también un papel importante en el estado en el que llegaban las piezas a la mesa del taxidermista. Párrafo subido Los hermanos Benedito recomendaban a los cazadores como debían preparar y conservar las piezas para emprender el viaje hasta el taller de taxidermia. En 1916 José María Benedito escribe a Juan Luis de Ybarra refiriéndose a cómo debe preparar previamente al envío los animales cazados, ya que si no corrían el riesgo de deteriorarse:

..."Las piezas de pelo convendrá en lo sucesivo, abrirlas un poco el vientre y sacarles las tripas en cuyo hueco se pondrá sal y plantas frescas" (Benedito, J.M<sup>a</sup>., 1916, p. 3)

En su contestación, Juan Luis Ybarra refiere que un ejemplar de lobo hembra solicitado por José María Benedito se preparó de la siguiente manera: "...Como indicaban se ha limpiado bien de (sic) las tripas y rellenado con plantas de romero y cosida y supongo que llegarán en muy buen estado.." (Ybarra, 1916, p. 5)

Así que con todos estos ejemplos, el lector podrá hacerse a la idea de la cantidad de productos que pueden hallarse en un animal naturalizado, si bien la carne se desecha, se pueden encontrar trazas de

---

<sup>386</sup> Copiados de cartas. Cuaderno número 19. 13 abril de 1785

<sup>387</sup> En la obra de Mieg se da instrucciones de cómo preparar los restos animales e incluye la fórmula del jabón arsenical. (Aragón, 2014).

estos productos en la piel difícilmente interpretables en una analítica si no se dispone de este tipo de información.

Respecto a los materiales, pueden proporcionarse algunas pinceladas sobre su naturaleza y adquisición de acuerdo a los datos que aparecen en documentación antigua. Por ejemplo, en el Catálogo de documentos del Real Gabinete de Historia Natural, 1752-1786 de M<sup>a</sup> A<sup>a</sup> Calatayud (1987), se pueden encontrar varios documentos sobre la adquisición y compras de ojos en París (fundamentalmente esmaltados), durante el siglo XVIII. (Calatayud, 1987; Aragón, 2014)<sup>388</sup>. Dichos documentos no aportan mucha información de su morfología o composición; tan solo se indica la preferencia por los ojos de globo entero, ya que los de medio globo no se acomodan bien y suelen caerse. Además se puntualiza que son de muy buena calidad, y en algunos se señala que se envía un muestrario de los mismos<sup>389</sup>. Pero de momento no se ha podido establecer una relación con las piezas del Museo.

En el libro *Familia Benedito. Un siglo de taxidermia y arte en la caza*, escrito por María José Rubio en 2001, se puede observar que el padre de los hermanos Benedito, José María Benedito Mendoza (1846?-1899)<sup>390</sup>, iniciador de la saga de taxidermistas, compraba el material en casas como Verreaux, Monsieur de la Salle, Moutarde o Dreyfus en París. Entre diversos materiales y animales ya montados, importa también los ojos (Rubio, 2001). Benedito exigía que los materiales fueran de excelente calidad, que era la que proporcionaban dichas casas comerciales. Así que, probablemente, alguna pieza adquirida por el Museo de Ciencias al taller privado de Valencia lleve este tipo de ojos. Así mismo, de momento se desconocen las características de los ojos que dispensaban dichas casas.



**Figura 168. Anverso y reverso de un ojo de vidrio y porcelana del extinto taller de taxidermia del MNCN**

En las Cuentas de Gastos del Real Gabinete de entre (1776-1809) (Calatayud, 1987) existe, por ejemplo, una cuenta de disecador<sup>391</sup> de julio de 1777, en la que se reflejan materiales como alambre para una culebra, dos sogas para el tigre, alambre para el pavo real, un ovillo de bramante, un pedazo de piel para componer el tigre.

<sup>388</sup> ACN, Catálogo de documentos del Real Gabinete de Historia Natural, 1752-1786, n° 125,128,131,133,152,153,154,192,195). pág. 62

<sup>389</sup> Copiador d cartas “Registro de correspondencia”. Archivo MNCN Fondo: Museo Real Gabinete Dirección Serie correspondencia. Signatura ACN0051/001. Sexto cuaderno, Ref. 153. Quinto cuaderno, ref. 128, 132

<sup>390</sup> Poseía un reputado taller privado en Valencia y además fue preparador del Gabinete de Historia Natural de la Universidad de Valencia

<sup>391</sup> Se desconoce el disecador al que se refiere pero por la fecha podría tratarse de Juan Bautista Bru ya que Francisco Eguía había fallecido en abril de ese mismo año.

En otra cuenta de disecador se reseña oro pimienta<sup>392</sup>, flor de azufre, alcanfor, nitro, vinagre, harina, un modelo de yeso para el leopardo, alumbre quemado, tabaco, cera, pez griega<sup>393</sup>, cola de pescado, cola ordinaria, hilo de cartas o dos peines entre otros.

En otra cuenta, jabón, espíritu del vino<sup>394</sup>, grasilla<sup>395</sup>, cera, dos sogas de esparto, alambre para otro pájaro, sal, por desollar el leopardo y por traerlo del Retiro, hilo.

Otro ejemplo, en este caso, referente a las peanas, aparece en una cuenta firmada por Juan Bautista Bru (1740-1799) del 11 enero de 1779, donde se citan los gastos ocasionados en pintar varias tablas de color caoba para colocar varios animales (Calatayud, 1987). Este dato, que puede parecer anodino, puede dar a entender de qué manera se preparaban las peanas en esa época, y de este modo, el dato puede contribuir a determinar cuáles pueden ser originales.

Sobre los rellenos de los especímenes, ya se ha indicado que son diversos. En las piezas deterioradas del Museo se pueden ver algunos. La mayoría de los que se han podido ver en aves pequeñas, son de hatillos de paja de distinta naturaleza. Curiosamente, se ha encontrado un pájaro con un cuerpo rígido tallado en corcho. Ya se hará referencia, como otra peculiaridad, en el capítulo referente a deterioros, a los pájaros montados con armazones de goma de limón traídos de Cuba.

Santiago Aragón, por su parte, en su libro *En la piel de un animal. El Museo de Ciencias Naturales y sus colecciones de Taxidermia*, 2014, cita un caballo realizado por Salvador Duchén, cuya piel estaba armada sobre cartón que, aunque estaba muy deteriorado, presentaba el interés, que al no estar relleno de paja permitía presentar al animal descansando sobre el cuarto trasero (Solano y Eulate, 1871, citado por Aragón, 2014).

Quizá los primeros rellenos dermoplásticos existentes en el Museo no fueran de escayola. En 1895 Ter Meer escribió a Miguel Maisterra diciéndole que ha conseguido hacer una pasta amasable con la que modelar los animales al detalle, algo que decía no se no podía conseguir con heno y paja (Aragón, 2014). Sería interesante determinar si la primera pieza hecha por Luis Benedito junto con Teer Meer en su estancia en Alemania tenía un maniquí de escayola o de turba o una combinación de ambas.

En referencia a los armazones, es necesario realizar un estudio para datar las piezas a través de su morfología.

En los partes semanales de Juan Ramón Dut (†1871) sobre las actividades del laboratorio de disecación se pueden estudiar los trabajos realizados por él y sus ayudantes, así como las operaciones de restauración que se hacían en los montajes que se deterioraban. Ya se ha indicado que esta era una actividad recurrente en el laboratorio de disecación, dados los problemas que había con el ataque de la polilla.

Por ejemplo, en un parte con fecha del 7 de agosto de 1868 indica que “se han **habilitado** (restaurado) cuarenta ejemplares de aves, para reponer ya de ojos ya de cambio de peanas”.

---

<sup>392</sup> Podría referirse a oropimente, aunque Peter Gose refiere que se trata de un sinónimo de urpiminta que se refiere a “pirita de hierro” (Gose, 2004).

<sup>393</sup> Resina de colofonia.

<sup>394</sup> Alcohol etílico.

<sup>395</sup> Resina de enebro.

Además dice que se ha concluido la "reparación" del búballo, *Bubalus bubalis*, recortando la peana y pintándola y remendando las calvas de la piel (Dut, 1868). En otro de 29 de agosto de 1868, se hace referencia a un pavo haciéndole una peana imitando un peñasco, poniéndosele los ojos y barnizándolo. De la misma manera, se ponen los ojos y se barnizan 12 aves de tamaño intermedio o se arregla un mono entre otras actividades (Dut, 1868b). En otro parte, con fecha 17 abril de 1869, dice que D. Manuel Sánchez (seguramente se refiere a Sánchez Pozuelo) puso tiras a las urnas de los animales. Estas podrían ser algunas de las tiras negras que se aprecian en los bordes de las vitrinas de aves sellando los cantos. En este mismo testimonio señala que Jacinto Castro y Duque (¿?) confeccionó y armó dos patos y además repasó con bencina las pieles de aves en busca de infestaciones (Dut, 1869).

Un presupuesto interesante es el que realiza Juan Ramón Dut en 1866, ya entonces disecador primero, de los gastos ocasionados por la "disecación" y preparación de piezas de los objetos traídos por la comisión del Pacífico. En él aparecen reflejados distintos materiales, entre los que se encuentran: hilos de varios gruesos, alambres de distinto grosor, cuerda de bramante, estopa limpia, algodón en rama, alcanfor, potasa, jabón o arsénico blanco en polvo. De él se desprende, como dato de especial relevancia, el uso del arsénico, entre otras cosas, como ya se ha comentado (Dut, 1866).

En un presupuesto de Juan Ramón Dut del 20 abril de 1868 para el montaje de un avestruz se reseñan los siguientes materiales: una arroba<sup>396</sup> de tierra, tres libras<sup>397</sup> de cuerda (varia), una libra de cera blanca, una armadura de hierro, dos libras de potasa (Dut, 1868c).

Respecto a lo que se ha podido concluir de la consulta de la documentación existente en los archivos, es que Juan Ramón Dut era una persona muy metódica y las piezas que se conservan en el Museo que podrían atribuírsele como autor, en opinión de la autora de la presente tesis doctoral están muy bien elaboradas, como un Cauquén gris (*Chloephaga poliocephala*)<sup>398</sup>, con el nombre de Dut a lápiz en el reverso de la peana, que actualmente se está restaurando. La radiografía del mismo presenta una armadura que difiere mucho en su morfología de las realizadas en aves por los Hermanos Benedito con la característica doble vuelta (Gil et al. 2014). A medida que se vayan estudiando más exhaustivamente los animales naturalizados del Museo se podrá atribuir más correctamente los mismos a sus autores. En la pieza, además, puede verse a través de una abertura en el cuello, que el relleno está realizado con hatillos de paja, atados con un cordel seguramente de algodón, por la coloración blanquecina-amarillenta que presenta.

<sup>396</sup> Medida de peso equivalente a más o menos de entre 10 y 12 kg dependiendo de la región de España.

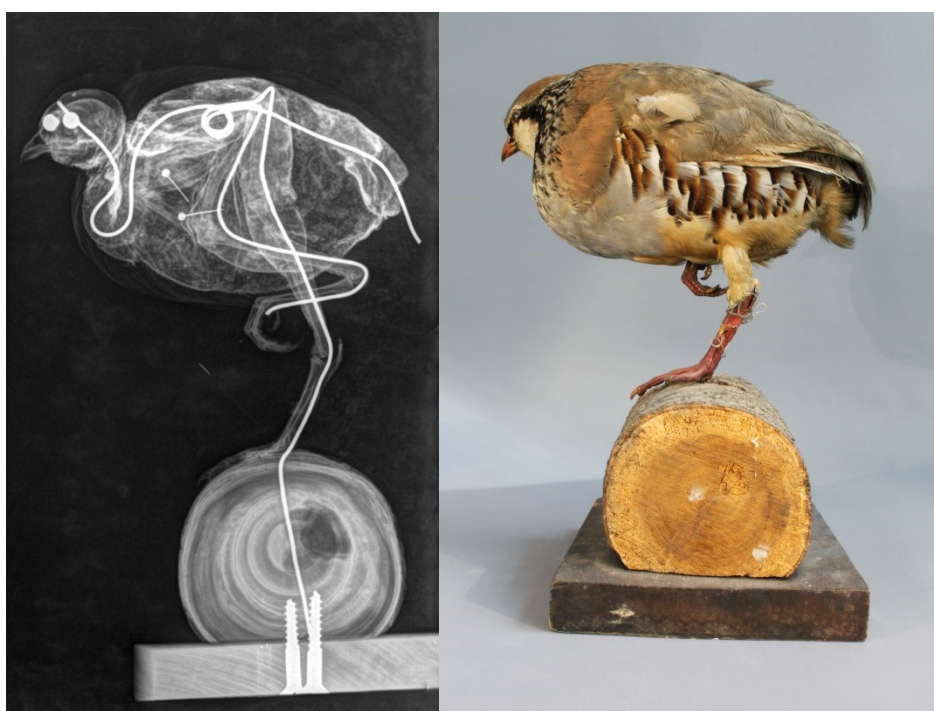
<sup>397</sup> Medida de peso. La libra corresponde a la 25 ava parte de una arroba, Es decir 1 @ equivalía 25 libras según la arroba castellana que equivale a 11,5 Kg.

<sup>398</sup> Actualmente aunque la especie tiene una categoría de preocupación menor se encuentra protegido por leyes federales, según la resolución 551/2011 de la SADS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable) en Argentina de donde es originario.





**Figura 169. Cauquen gris atribuible a Dut del MNCN (Radiografía (A) y foto. general (B)).**



**Figura 170. Perdiz perteneciente a la Facultad de BBAA (UCM) obra de J.M. Benedito. Radiografía (A) y foto. gral. (B)**

Respecto a los adhesivos empleados, es difícil saber cuáles utilizaban, porque habría que hacer analíticas sobre las piezas y relacionar la documentación existente en el museo con las mismas, a no ser que aparezca nueva documentación que refiera claramente esta cuestión. Pero, por ejemplo, en las facturas de Juan Ramón Dut aparece reseñada cola. En las facturas de Luis Benedito, generadas durante la preparación del elefante africano, se hace referencia a la adquisición de grandes dosis de dextrina amarilla<sup>399</sup>. (Benedito, L. s.f.). Su utilidad, como ya se ha comentado, está aún por determinar.

Sobre la policromía, hasta el momento no se ha encontrado un gran número de datos en el archivo del Museo. De momento, se ha analizado la pintura de dos especímenes, un águila perteneciente a la facultad de Bellas Artes realizada por Benedito (seguramente José María) en 1914<sup>400</sup> y el flamenco

<sup>399</sup> Este producto se suele utilizar como adhesivo y aglutinante.

<sup>400</sup> El estudio de esta pieza puede dar una idea aproximada de cómo pueden estar realizadas las aves del Museo de Ciencias.



rosa, anónimo de momento, fechado en 1891, que se ha presentado en el capítulo del Museo y donde se ha indicado que presentaba un recubrimiento a base de grasa y cola (Gil et al. 2014)

Es difícil saber cómo ha evolucionado la técnica y los materiales empleados en dar color a las naturalizaciones, ya que a menudo han sido repintados, como se señalará a lo largo de esta tesis, a no ser que se realicen analíticas de la policromía (por ejemplo mediante examen estratigráfico) o aparezcan nuevos documentos aclaratorios. Podría decirse, a partir de un examen visual de distintas piezas y con el apoyo del estudio realizado sobre el flamenco, que los primeros especímenes del siglo XVIII no se coloreaban, aunque esta afirmación es algo arriesgada sin un mayor número de datos. Sí puede tenerse la certeza, sin embargo, de que los hermanos Benedito empleaban óleo para pintar los especímenes, cómo demuestran distintas notas y facturas, entre ellas las emitidas durante la preparación del elefante africano realizado por Luis Benedito, donde se cita aceite secante, pigmentos sueltos o tubos de colores al óleo (Benedito, L. s.f.).

También debe hacerse referencia a la información que aporta la documentación adjunta del ejemplar.

En referencia a las firmas y etiquetas, generalmente los especímenes actualmente conservan la etiqueta antigua y la moderna y algunos van firmados en las peanas o en algún elemento del paisaje, en el caso de los grupos biológicos. En los grupos de los hermanos Benedito es frecuente ver la firma y el año en una piedra en primer plano; Santiago Aragón señala las similitudes entre Rowland Ward y Benedito en la firma de sus obras. Este autor señala además como una excepción en la forma de firmar de los Hermanos Benedito el grupo de los halcones peregrinos, en el que la firma "J.M. Benedito, 1926" aparece en un cartel de madera en un poste (Aragón y Casado, 2012, 16-19, citado por Aragón, 2014).



**Figura 171.** Firma de José M<sup>a</sup> Benedito en un cartel del grupo biológico de halcones peregrinos



**Figura 172. Firma de Jose M<sup>a</sup> Benedito en una piedra. Figura 173. Firma de J. M. Benedito en el anverso de una peana**

Entre los especímenes individuales de aves que se han podido examinar del lote perteneciente a la Facultad de Bellas Artes de Madrid (UCM), fechados entre 1914 y 1915, se ha podido documentar la aparición del sello del taller privado de los hermanos Benedito en Madrid, y en otros especímenes el nombre Benedito/José María Benedito y el año, en el anverso de peanas y peñascos reproducidos. Aunque no todos estaban firmados, aparecía en algunos el nombre de la especie a lápiz o las medidas de la peana (Fig. 126)

Volviendo a las etiquetas y señalización de los ejemplares, éste ha sido un tema que ha ocasionado polémica durante la historia del Museo. Cabrera criticaba las etiquetas anteriores de Graells, ya que le parecía que presentaban una información escasa y desaprobaba la falta del nombre vulgar en las etiquetas, más fácil de identificar por un público a menudo profano que se quejaba de la falta de nombres en "castellano". Argumentaba además que todos los museos extranjeros empleaban nombres vulgares o adaptados al idioma del país (Cabrera, 1912; Aragón, 2014).

Las antiguas habían sido realizadas con cartulina. Cada una de ellas, se sostenía alzada sobre la peana gracias a un carril de metal dorado, soporte que hoy permanece visible en buena parte de las peanas antiguas de la colección. (Aragón, 2014)

En época de Cabrera, las etiquetas pasaron a estar hechas con un papel fuerte satinado donde aparecía la localidad y el nombre vulgar (Cabrera, 1912) además del nombre científico. (Aragón, 2014). El tema de las etiquetas, en la opinión de la autora de esta tesis, debe ser aún revisado porque debería aportarse más datos en ellas, como se verá en el capítulo de conservación.

Ya se ha indicado que la técnica de los hermanos Benedito supuso la gran revolución en el Museo en materia expositiva especialmente y se ha hecho hincapié en la importancia de los grupos biológicos en los museos. Una de las peculiaridades de estas presentaciones es que las parcelas de terreno, en las que se sitúan los animales, se solían componer con piedras y plantas secas recogidas en los mismos parajes en los que capturaron los ejemplares (Aragón, 2014).

Para poder documentar más este tema se puede referir la observación que hace Cabrera en 1915:

La naturalización de las aves parece a primera vista más sencilla, porque aún se emplea para ellas el antiguo procedimiento (...); pero nadie que haya tenido en sus manos la piel fresca de un

volátil sobre las dificultades que supone dar a esta piel el aspecto de un ser vivo, y sobre todo, dar al plumaje la colocación, la tersura y la limpieza que en vida tiene. Además, ahora al disecar aves ya no consiste sólo en devolverles su forma; hay que ponerlas en su ambiente natural, rodeándolas de aquello que en vida les rodea. Los grupos de búhos y lechuzas, de urracas y de mirlos, de gavilanes y de jilgueros, que el curioso puede ver en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, son verdaderos cuadros de la naturaleza. (...). Para que se tenga una idea de la escrupulosidad con que trabaja el autor de estos grupos, baste decir que en un nido de golondrinas que figura también en el Museo, se ha copiado tan fielmente el trozo de pared en que fue recogido, que hasta se quitaron de él, para ponerlos en la reproducción, un clavo y un trozo de sogá vieja (Cabrera, 1915, citado por Aragón, 2014, p. 188).

Pero la gran obra del Museo, aparte del elefante de Java, fue el **elefante africano** cazado por el Duque de Alba. Por una parte, porque era la primera pieza de esas dimensiones que se preparaba en el MNCN-CSIC y la primera pieza en solitario de esta magnitud de Luis Benedito. Además, el museo carecía de medios apropiados para esta compleja empresa, teniendo que realizarse en el Jardín Botánico, donde se habilitó una piscina para preparar la piel. Por otro lado, a esta dificultad se añadía el estado en el que se encontraba la piel tras haber estado almacenada durante 10 años en las dependencias del Museo.

El proceso de elaboración quedó reflejado en los diarios de Luis Benedito y en las distintas facturas y notas de taller que se generaron durante el proceso.

De estas notas podemos reseñar que la piel ya había sido preparada previamente para el traslado; Luis Benedito señalaba que de manera deficiente. Tras los 10 años transcurridos desde la caza del ejemplar, la piel hubo de ser de nuevo preparada. Para ello se sumergió en un baño de agua para ablandarla completamente, éste sin curtiente, ya que de otra manera la piel podría encoger. El agua del baño se cambiaba frecuentemente para evitar la descomposición, debido a que existía aún carnaza adherida al cuero. A los 8 días había cedido su dureza lo justo para poder estirarla con cuidado. Por la noche se dejaba en agua y por el día se la trabajaba con cuchillos. La piel tenía que ser manejada entre 12 y 14 hombres dado el peso que adquiriría una vez mojada (De 600 Kg pasaba a pesar 1 Tonelada) y las grandes dimensiones (37 m<sup>2</sup>). El rebaje a cuchillo fue realizado por el curtidor Mariano García, consiguiendo rebajar el grosor inicial de 10 cm a menos de 1 cm de grosor. Se tardó 2 meses en flexibilizar la piel. Luego se curtió en baño de alumbre y sal (en pequeña proporción) durante 20 días (Benedito, L. 1925.)

Para realizar la estructura se hicieron siluetas de cartón articuladas que sirvieron de guía para trazar un dibujo en perfil.

El armazón, describía Benedito en sus diarios, era de madera y hierro "sobre un rectángulo de dobles tablones en 4 transversales en las que iban apoyadas las patas (Benedito, L., 1925a, p. 14).

El modelo del cráneo se realizó de manera similar, recubriéndolo con tela metálica sobre la que se puso el barro para modelar la cabeza. De éste se realizó un molde de escayola y se extrajo el positivo en escayola colocándose este junto a la armadura.



**Figura 174. Estructura interna de madera del elefante africano del Duque de Alba. Obra de Luis Benedito**

. Los colmillos se realizaron en madera policromada. (Benedito, L. 1926-1932).

Tras haber curtido la piel, ésta se colocó encolada en el cuerpo de escayola y se fijó para que no se moviera con 77.000 alfileres hasta que secó completamente (Fidel, 2011).

Por otro lado, aquel profesional que ha trabajado con distintos materiales es consciente de que la marca importa. La calidad de los productos muchas veces viene determinada por ésta. En el archivo del Museo existen numerosas facturas aún por consultar sobre las casas proveedoras de material. Como ejemplo, ya se ha comentado lo importante que era para José María Benedito padre la adquisición de materiales de la mejor calidad. Esta disposición la heredaron sus hijos, como se puede desprender de una de las cartas de Luis Benedito a Ignacio Bolívar, donde menciona los pagos por los envíos de escayola de la Casa Chellini, dada la gran calidad de la misma, en previsión de que la casa deje de servirla (Benedito, L. 1925b).

Este esbozo que, por otra parte, incluye gran cantidad de información, da a entender la cantidad de documentación que aún queda por investigar en el archivo del Museo y que puede enriquecer los datos extraídos de inventarios y estudios analíticos.

En conclusión, de esta manera, profundizando un poco más en el archivo y a través del estudio de los especímenes de la colección se podrían dibujar de manera pormenorizada las técnicas, productos y materiales empleados en el Museo, así como la historia del laboratorio de taxidermia.



**PARTE II**  
**LA CONSERVACIÓN**  
**Y RESTAURACIÓN**  
**DE MAMÍFEROS**  
**Y AVES**  
**NATURALIZADOS**







## 12 ANÁLISIS Y PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS APLICABLES AL ESTUDIO DE LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL (ESPECÍMENES NATURALIZADOS).

### 12.1 INTRODUCCIÓN

Cuando el profesional se enfrenta a las labores de conservación y restauración de un ejemplar es fundamental establecer qué datos quieren conocerse y con qué medios se cuenta. A veces no se dispone del el equipamiento necesario ni la posibilidad económica para hacerlo, pero otros métodos de análisis más asequibles pueden proporcionar una idea aproximada que resulte suficiente para determinar patologías, composición o toxicidad de las piezas entre otras cuestiones.

Lo primero que preocupa en este tipo de piezas es su toxicidad. Cómo ya se ha comentado, sus materiales constitutivos son muy susceptibles al ataque biológico y han sido tratados con pesticidas y tóxicos durante su elaboración y mantenimiento. Este tipo de análisis se ha preferido tratar en el capítulo siguiente, que está específicamente dedicado a tóxicos.

En segundo lugar, interesa conocer qué clase de materiales componen el espécimen y cuál es su estado de conservación. En este caso es interesante saber qué tipo de piel y curtido<sup>401</sup> va a intervenir y cuál es la composición de la estructura interna, en principio no visible a simple vista a no ser que muestre deterioros importantes que hagan posible la visión del interior.

El tipo de pruebas que se pueden realizar son diversas, solo se enumerarán algunas de ellas, por considerarlas especialmente útiles y documentadas en el estudio de este tipo de especímenes o aquellas más novedosas que pueden abrir nuevos horizontes a la investigación. Realmente las naturalizaciones tienen una composición tan variada y compleja que prácticamente casi todas las técnicas existentes podrían usarse.

Se ha preferido clasificar los métodos de estudio dividiéndolos en destructivos<sup>402</sup> y no destructivos. Muchas de estas técnicas de análisis están siendo aplicadas a otra clase de colecciones especialmente etnográficas, pero son perfectamente adaptables a las colecciones que nos conciernen.

En ambos casos se requieren equipos de protección individual, como guantes, gafas o mascarillas con filtraje de disolventes cuando se esté trabajando con reactivos, gafas con filtro UV cuando se emplee radiación UV para proteger nuestros ojos y protección corporal<sup>403</sup> cuando se trabaje con radiaciones ionizantes<sup>404</sup> como Rayos X o Rayos Gamma.

<sup>401</sup> Roy Thomson asemeja el término cuero al término metales que engloba varios tipos de “materiales” que comparten muchas propiedades pero que tienen características propias que dependerán de la materia prima empleada y los procesos de fabricación que se han aplicado. Estas propiedades se verán afectadas por el grado de deterioro de la pieza y determinarán el método de conservación que se pueda emplear. (Thomson, 2006).

<sup>402</sup> Necesidad de coger una muestra

<sup>403</sup> Las medidas de protección radiológica contra las radiaciones ionizantes están recogidas en su mayor parte en el RD 783/2001

<sup>404</sup> Las radiaciones ionizantes son aquellas que al interactuar con la materia producen ionización de la misma, originando partículas con carga eléctrica (iones) (Menéndez, García y Vañó, 2009).

Otra cuestión que debe valorarse es si es preferible realizar el estudio o no, sopesando los beneficios que vayan a obtenerse con los daños que puedan infringirse al espécimen.

## 12.2 MÉTODOS DE ESTUDIO NO DESTRUCTIVOS

Los métodos no destructivos son aquellos en los que no se requiere la toma de ninguna muestra, por lo que en principio no se produce ninguna alteración directa en el espécimen, aunque esto no sea del todo cierto, ya que como se sabe, la exposición continuada a una fuente de radiación, produce, a lo largo del tiempo, deterioros irreversibles que serán mayor o menor pronunciados según el tipo y las condiciones de conservación del material que se esté estudiando con respecto a la fuente de radiación usada; esta cuestión se ha estudiado con distintas técnicas como la Radiación X<sup>405</sup>, PIXE<sup>406</sup>, LIBS<sup>407</sup> o la Radiación UV<sup>408</sup>, (que como se verá es una de las fuentes de deterioro más nocivas para el material biológico por el fenómeno conocido como acumulación).

El primer estudio que debe realizarse sobre cualquier obra y también, por tanto, sobre las que constituyen el objeto de nuestra investigación, es un examen organoléptico. Este tipo de estudios son en principio los más inocuos para el espécimen, los más económicos, pero no siempre los más fiables y juega un papel muy importante la experiencia del profesional<sup>409</sup>; a menudo hay que apoyarlos con otras técnicas, entre ellas, técnicas de registro como es la fotografía.

A través de los sentidos pueden determinarse cuestiones como el tipo de curtido por medio de un examen previo visual y manual donde se percibe el color y la estructura de la piel. De esta manera, se puede distinguir entre una piel sin curtir, de aquellas que han recibido un curtido vegetal, al alumbre o al cromo (Thomson, 2006, p. 58).

Los sentidos pueden también aportar información sobre el grado de deterioro de la pieza, y su extensión, o si la superficie de un objeto es coherente o friable y, a través del color de la piel, por ejemplo si ésta ha sido atacada por la degradación ácida. Esta última es conocida, como se ha indicado, como podredumbre roja y se desarrolla especialmente en pieles con curtido vegetal;

---

<sup>405</sup> Se han hecho ensayos probando los efectos de la fluorescencia de RX sobre papel y este tipo de radiación producía amarilleamiento y fragilidad sobre el papel (Mantler y Klikovits, 2004, citado por Egido, Juanes y Bueso, 2013), aunque Marian del Egido, David Juanes y Miriam Bueso (2009) señalan que estos ensayos se hicieron bajo parámetros muy “excesivos” alejados de la frecuencia en la que esta radiación se utiliza sobre una obra de arte, aunque si son alcanzables estos parámetros con técnicas como sinclotrón (Egido, Juanes y Bueso, 2013). Parece ser que la distancia a la que se expone las piezas desde la fuente de energía es suficiente para que no se produzca daño (Garside y O’Connor, 2007; O’Connor y Brooks, 2007, citado por Egido et al., 2013).

<sup>406</sup> “Esta técnica modifica los centros de color de los pigmentos blancos, produciendo un oscurecimiento en las zonas de impacto” (Gutiérrez, 2011, citado por Egido et al. 2013, p. 11) pero estos cambios pueden reversibilizarse (Egido et al. 2013).

<sup>407</sup> Esta técnica no requiere la toma de muestra pero genera microcráteres en el objeto (Egido et al, 2013).

<sup>408</sup> La luz produce alteraciones acumulativas en capas de recubrimiento como en los barnices y efectos de pérdida de color en tintes naturales (Gupta, 1999; McLaren, 1956, citados por Egido et al., 2013).

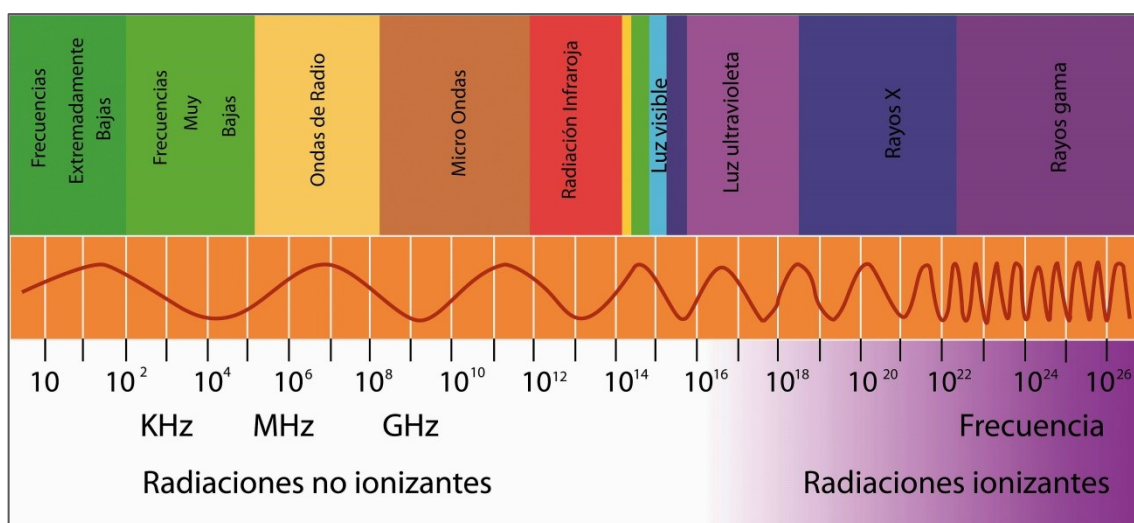
<sup>409</sup> Algunos estudios incluyen el olfato (poner ejemplo del museo paris tóxicos y lo de la piel) para detectar subproductos de deterioro o tóxicos por ejemplo pero no todos tenemos las mismas cualidades olfativas ni como se ha dicho la experiencia para detectarlos.

además, este tipo de pudrición tiene un olor acre característico, ácido al gusto<sup>410</sup> (Thomson, 2006, p. 60). También a través de la manipulación se puede apreciar si un cuero es flexible o rígido.

A partir de los métodos empíricos se ha desarrollado un método más objetivo y sistemático que puede ser reproducido por diferentes evaluadores y que es capaz de proporcionar valores numéricos (Larsen et al., 1994, 1996, citado por Thomson, 2006, p. 60).

Por otro lado las técnicas analíticas no destructivas, al margen del examen organoléptico, podrían dividirse en métodos globales (Radiografía, Fotografía con UV o Reflectografía IR), también conocidas como técnicas de imagen, o en métodos puntuales donde generalmente se genera un espectro, como algunas técnicas espectroscópicas conocidos también como técnicas espectrales.

Muchas técnicas de análisis dependen directamente de la radiación del espectro electromagnético y se producen a distintas longitudes de onda. Puede recordarse así, que los rayos gamma se producen entre 10pm-1pm, los Rayos X entre 10pm-10 nm, la radiación UV entre 10-400 nm, la luz visible entre 400-750 nm y el IR entre 750-1.000.000 nm. Las ondas más peligrosas para organismos vivos son las radiaciones ionizantes (gamma y rayos X).



**Figura 175. Espectro electromagnético**

Las fuentes lumínicas que se producen con un solo color son conocidas como monocromáticas,<sup>411</sup> a diferencia de la luz visible que es el resultado de una combinación de "colores".

Respecto al examen con luz visible, sencillamente puede añadirse que debe tenerse en cuenta que la información obtenida dependerá del tipo de iluminación,<sup>412</sup> la cantidad de puntos lumínicos empleados,<sup>413</sup> el ángulo de la fuente de luz con respecto al objeto y al espectador, o las

<sup>410</sup> Este tipo de prueba no se recomienda.

<sup>411</sup> Una técnica que análisis con luz monocromática que ha sido empleada en el pasado aunque ahora no se utiliza mucho es la luz ámbar generada por las lámparas de vapor de sodio. Este tipo de iluminación provee información principalmente sobre el estado de la superficie resaltando los volúmenes.

<sup>412</sup> Las fuentes lumínicas más frías por tanto más cercanas al espectro UV tienen más componente de este tipo de radiación y han de filtrarse para no dañar al espécimen, y las fuentes lumínicas más cálidas de temperatura de color también son más caloríficas y pueden afectar también a la estabilidad de la pieza, así que ha de evaluarse también la distancia con el objeto.

<sup>413</sup> Para evitar entre otras muchas cosas sombras indeseadas

características de la cámara y sobre todo de la óptica, que registra el resultado de aplicar la fuente de luz sobre la obra.<sup>414</sup>

### **Fotografía (documentación fotográfica)**

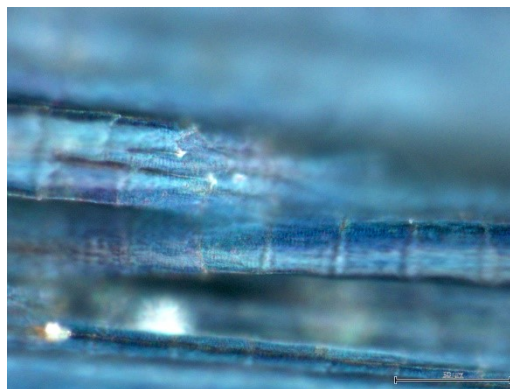
Cualquier examen que se realice, tanto con luz visible, como con otras fuentes lumínicas como el UV es preferible registrarlo a fin de poder consultar los resultados obtenidos en un futuro que puede ser próximo. Así mismo, debe documentarse todo el proceso de intervención que se realice sobre una obra de arte, al igual que su estado antes de la intervención y el resultado final, con tomas generales y detalladas desde distintos ángulos (ya que es un objeto tridimensional) (Gómez y Gómez, 2001).

Existen numerosas técnicas llamadas de imagen que pueden ser registradas, como pueden ser el análisis con UV e IR o los Rayos X.

Es útil en el estudio de nuestras piezas la macrofotografía<sup>415</sup> (Fig. 2), la microfotografía<sup>416</sup> (Fig. 3) o la fotogrametría<sup>417</sup>. Esta última, como se verá en el capítulo de reintegración volumétrica, tiene aplicaciones en la reproducción de piezas, así como en la elaboración de mapas de daños o la localización estricta de las muestras tomadas por los distintos especialistas (Gómez y Gómez, 2001).



**Figura 176. Macrofotografía de una pluma de pavo real 200x**



**Figura 177. Microfotografía de una pluma de urraca.**

Pueden realizarse algunas recomendaciones respecto a la toma de documentación fotográfica. Por ejemplo, debería disponerse de al menos una cámara DSLR de calidad media con sensor APS-C con una resolución de entre 15 a 18 Mp. es decir, aquella que permitirá realizar fotografías a 15 a 18 Mpx.

En ocasiones se emplean los objetivos macro u otros elementos de aumento como anillos de extensión, es decir, la macrofotografía para obtener imágenes más próximas de las piezas. En este caso, debe tenerse en cuenta que la profundidad de campo será muy reducida y normalmente tienen que emplearse diafragmas más cerrados para ampliar la zona enfocada.

<sup>414</sup> Luz rasante que resalta las irregularidades en la superficie del objeto, luz transmitida que pone en evidencia faltas o desgastes en objetos o un único foco de luz frontal que puede aplanar la pieza minimizando información tridimensional.

<sup>415</sup> Fotografías de detalle realizada bien con objetivos macro, lentes de aumento o anillos de extensión.

<sup>416</sup> Fotografías de mucho detalle realizadas a través de microscopio.

<sup>417</sup> A través de la toma de varias fotos en distintos ángulos y “ensambladas” unas a otras con programas informáticos diseñados para ello podemos obtener una imagen tridimensional de mucho de detalle. Es el mismo principio que el que se da en Tomografía Axial Computarizada u otras técnicas de diagnóstico.

El color es un factor muy importante a tener en cuenta para realizar correctamente la documentación fotográfica. Es preferible utilizar siempre una carta de color<sup>418</sup> en la toma fotográfica, aunque la fuente de iluminación sea UV. Hoy en día esto no es problemático para tomas generales de objetos grandes, pero la única carta de color “mini”<sup>419</sup> que había en el mercado para objetos muy pequeños fue retirada en 2014, parece ser que porque no cumplía las normas colorimétricas, aunque la volvieron a sacar al mercado en 2015 bajo el nombre de *X-Rite ColorChecker Classic Mini* y con un tamaño de 6.3cm x 10.6cm.



**Figura 178. Cartas de color más habituales**

Muchas de las tomas que se realicen, serán de piezas que estén en vitrina, y será muy útil en estos casos el uso de filtros polarizadores.

El trípode es imprescindible, o velocidades de obturación lo suficientemente altas como para que la fotografía esté perfectamente nítida.

También debe emplearse siempre que sea posible el formato RAW (en crudo), que es el formato nativo, sin procesar.

### **Colorimetría**

La colorimetría es la ciencia que estudia la medida de los colores a través de métodos que cuantifican el color de forma numérica y a través de parámetros como la luminosidad, el tono y la saturación. Esto es útil para tomar referencias del desvanecimiento en plumaje y pieles debido a la degradación que se produce por la luz o durante los procesos de limpieza con el uso de disolventes y tensoactivos que pueden dañar tanto el color físico como el biológico. Estos estudios no solo son útiles en el momento de la toma sino también para estudios de comparaciones futuras.

Una de las técnicas que se utilizan actualmente en el estudio de obras de arte y de las colecciones de historia natural son las “pruebas Microfade” que es una técnica muy sensible, apenas destructiva y rápida. Fue desarrollada por el Dr. Paul Withmore en el Art Conservation Research Center, Carnegie Mellon University, Pittsburgh con el fin de identificar los objetos que eran susceptibles a un daño lumínico permitiendo predecir la extensión y el rango del daño (CCI, 2014).

---

<sup>418</sup> Las más comunes son la tradicional de Kodak (estas ya no se usan en foto digital) o la X-Rite ColorChecker Passport® con una dimensión de : 21.59 x 27.94 cm.

<sup>419</sup> ColorChecker Mini. También existe la QP 201 pero la autora de esta tesis desconoce el tamaño de la misma.



Esta técnica consiste en hacer incidir en una micro zona, una fuente de luz intensa midiendo simultáneamente el color del objeto, teniendo en cuenta las variaciones del color durante la exposición a la luz (The Getty Conservation Institute, 2012). Esta técnica por ejemplo ha sido empleado desde el año 2008 por el Instituto Canadiense de Conservación (ICC) para el estudio de colecciones de historia natural, para cuantificar la decoloración de tintas o pigmentos pertenecientes a varias instituciones como el Museo de la Naturaleza, la Biblioteca del Parlamento o el Museo Canadiense de la Civilización entre otros (CCI, 2014).



**Figura 179. Prueba Microfade en un espécimen naturalizado del Horniman Museum**

### **Reflectografía IR**

Esta técnica, muy usada en el estudio del dibujo subyacente en pintura sobre tabla, consiste en iluminar la superficie que queremos estudiar con una fuente rica en IR, como una lámpara de tungsteno y registrar la imagen a través de una cámara especial sensible al IR cercano que transforma las radiaciones IR a visibles. Actualmente se utilizan sistemas digitales. El resultado es una imagen con distintos tonos de gris que reproduce los materiales estudiados en función del grado de transparencia y absorción. (González-Mozo, 2013).

La reflectografía IR tiene escasa aplicación en objetos tridimensionales (Gómez y Gómez, 2001), pero puestos a probar el rango de técnicas más empleadas en el estudio de obras de arte, se examinó un ave naturalizada, en concreto un Pito real, *picus viridis*, realizado por los Hermanos Benedito y perteneciente a la Facultad de Bellas Artes de Madrid (UCM), pero este estudio no aportaba nada diferente a lo que se podía ver a simple vista. No era capaz de penetrar las capas de piel ni las plumas y mostrar lo que había en el interior. Quizá esta técnica podría ser útil en caso de peanas repintadas en blanco o colores claros que han tapado la firma del autor.

### **Resonancia magnética**

Técnica que obtiene imágenes a través de energía no ionizante (a diferencia de la radiación X) por medio de la creación de un campo electromagnético a través de imanes (Rufino, 2012, p. 73) y ondas de radio. Las imágenes que se obtienen (cortes) dan información sobre el interior del cuerpo (estructura y composición). Con ella pueden apreciarse los tejidos, la estructura de los materiales orgánicos e inorgánicos. El inconveniente de la técnica es que la presencia de ciertos metales puede generar imágenes borrosas (MedlinePlus, 2012) y, además, los imanes también pueden provocar que una pieza de metal dentro del cuerpo se desplace o cambie de posición (MedlinePlus, 2012). Esta cuestión debería tenerse en cuenta en la posible aplicación a especímenes naturalizados pero quizá esta técnica puede ser aplicable a piezas que no posean estructura interna metálica como piezas modernas o aquellas de composición similar a las que realizaba Waterton, aunque debe también valorarse si puede afectar a los pigmentos metálicos empleados para pintar algunas partes del espécimen, aunque no hay ninguna investigación hasta la fecha sobre esta cuestión.

### **Holografía de imágenes de superficie**

Técnica que elabora imágenes tridimensionales a través de rayo láser. Crea una imagen tridimensional de la estructura ósea y sirve para detectar tejido blando, además de permitir la localización de fisuras o adiciones. También muestra las zonas de deterioro físico activo (Rufino, 2012).

### **Escáner de grafeno (Proyecto INSIDDE)<sup>420</sup>**

El escáner de grafeno se basa en tecnología de terahercios, es decir emite y recibe radiación en terahercios.<sup>421</sup> Hasta hace poco esta tecnología era inasequible ya que este tipo de equipamiento era muy costoso, al necesitar refrigeración y otros requerimientos. Hoy en día se pone a punto la técnica a partir del proyecto INSIDDE. (Gutierrez Meana, J., com. personal)

La ventaja de este tipo de escáner es que permite distinguir diferentes pigmentos (Gutierrez Meana, J., com. personal) por ejemplo, sin necesidad de tomar muestra (UCC+i FICYT, s.f.) y a la vez generar imágenes de los elementos subyacentes de los objetos a estudiar.

Por su baja energía, a diferencia de los RX este tipo de radiación no es ionizante, siendo prácticamente inocuo para la salud humana y por tanto para la obra, pero sí produce calor en las superficies con las que entra en contacto (Gutierrez Meana, J., com. personal).

Este tipo de ondas se reflejan en metales y penetran en los tejidos hasta aproximadamente 1 cm, en función de la frecuencia utilizada y los parámetros constitutivos. Teniendo una capacidad de penetración mayor que la de los infrarrojos y ultravioletas, se considera que es una tecnología complementaria a otro tipo de estudios (Gutierrez Meana, J., com. personal).

---

<sup>420</sup> Ver <http://www.insidde-fp7.eu/>. Esta información ha sido facilitada por Javier Gutierrez Meana. Coordinador del Proyecto INSIDDE

<sup>421</sup> Los terahercios son ondas electromagnéticas que se emiten entre los 300 GHz y los 10 THz, aunque este intervalo de ondas varía de unos autores a otros.

Se pretende también en este proyecto crear un procesador de imágenes para poder generar modelos bi y tridimensionales de los distintos objetos que se estudien (UCC+i FICYT, s.f.).

Es una tecnología que aún se está investigando, de hecho este proyecto acaba prácticamente de comenzar, pero hay que tenerlo muy en cuenta para las posibles aplicaciones a las colecciones de taxidermia.

### **La radiografía**

La radiografía es una técnica analítica basada en la radiación X. Consiste en hacer incidir haces de electrones sobre la superficie a estudiar, que atraviesan los materiales constitutivos, y registrar una imagen en blanco y negro en la cual los elementos con mayor densidad radiográfica (mayor peso molecular) se ven en tonos claros o blancos y los menos densos en grises oscuros o negro.

La intensidad, el tiempo de exposición y el grosor de los materiales son importantes también en este tipo de técnicas, ya que según estos parámetros se pueden mostrar tejidos y materiales de menos densidad radiográfica. Es una de las técnicas más empleadas y útiles hasta el momento en el estudio de animales montados.

Gracias a ella puede determinarse la conformación interna de un espécimen naturalizado: puede observarse la armadura interna, la distribución del armazón dentro del animal, su conformación, el tipo de alambre y grosor o si está trenzado y cómo la estructura interna podrá afectar al estado exterior de la pieza (Smithsonian National Museum of American History, s.f.). También se apreciarán los elementos de sujeción que puedan haberse utilizado: clavos, espigas, etc. o la parte de esqueleto que conserva y la tipología, distribución y conformación de los rellenos.

Como ha podido observarse, cada taxidermista tiene una forma particular de realizar esta estructura sustentante, lo que puede aportar datos sobre quién o qué Escuela ha realizado la naturalización. Pero no sólo la conformación de la armadura provee datos importantes para datar las piezas: esta técnica es útil también para el estudio de los ojos de vidrio, que muestran una evolución en su fabricación a través del tiempo<sup>422</sup> (Gütebier, 1987; Mildner, 1988, citados por Hendry, 1999).<sup>423</sup>

Por otro lado, algunos pigmentos a base de mercurio o plomo utilizados en la pintura hasta hace relativamente poco tiempo, como el bermellón ( $\text{HgS}$ ) o el blanco de Plomo ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$ ), producen una intensa coloración blanca en las radiografías. No puede determinarse mediante éstas el tipo de compuesto, pero sí que en estas zonas existirá un compuesto en el que participa un metal pesado. A veces, este dato puede ser un indicio de la posible antigüedad de las piezas, ya que algunos de estos pigmentos están prohibidos en la actualidad.

---

<sup>422</sup> Como se ha visto el vidrio ha sido fabricado con unos compuestos u otros, y en el siglo XIX era frecuente el uso de metales pesado en la composición del vidrio como plomo o arsénico.

<sup>423</sup> Aunque como veremos en el apartado de restauración muchas veces los ojos han sido sustituidos y debemos estudiar bien esta posibilidad, a través de otras huellas que hayan dejado dicho cambio en el espécimen.

En relación con este tema, puede también intuirse a grandes rasgos que el animal montado posea elementos tóxicos que presentan una importante densidad radiográfica, como el arsénico;<sup>424</sup> Es más, puede conocerse el alcance de la corrosión en un metal, ya que las zonas corroídas aparecerán más difusas en el borde y aumentadas en volumen, y con menos contraste radiográfico debido a la formación de óxidos férricos, más porosos.

Puede percibirse también otro tipo de daños: roturas en alambres, ojos, escayola, en huesos e inclusive en rellenos de paja si han sido impregnados con jabón arsenical.

También se detectan ataques biológicos y el alcance de los mismos, que pueden aparecer como agujeros o faltas muy características al aparecen los bordes del material raídos.

En la figura 7 podemos ver el alambre que sobresale por la cabeza que sustenta el relleno del ave, éste en forma de atillos; además se puede distinguir el cráneo y los ojos de vidrio y el alambre metálico en forma de horquilla que sostiene la lengua en su sitio.



**Figura 180. Fotografía de la cabeza de un Águila Real real.**

**preparada por los hermanos Benedito. 1914 (UCM)**



**Figura 181. Radiografía de la cabeza del mismo águila**

### **Tomografía axial computerizada (TAC)**

El TAC es una técnica de diagnóstico médico cuya utilización en obras de arte se produjo en la década de los 70 del siglo XX<sup>425</sup> (Juanes, 2010). Esta técnica utiliza la radiación X para obtener cortes o secciones de objetos que luego une para reproducir una imagen tridimensional del interior de un cuerpo. En este caso el objeto no recibe la radiación desde un solo punto proyector sino desde varios puntos que giran alrededor del cuerpo.

Existen dos tipos básicos de TACs:<sup>426</sup> los llamados TACs médicos u hospitalarios y los industriales como el Tomógrafo Industrial de la Universidad de Burgos. En este último, a diferencia de los TACS médicos, lo que gira es la plataforma no la fuente de radiación y permite estudiar piezas de 50 cm x 40 cm y 50 Kg. Tiene una potencia máxima regulable de 225 Kv, lo que permite atravesar objetos muy densos como el

<sup>424</sup> A este respecto Jane Sirois (2001) nos indica cómo puede verse en una radiografía de un espécimen de (alcaudón), la presencia de arsénico (evidente como áreas blancas moteadas) en la piel del ave.

<sup>425</sup> Esta técnica se ha usado ampliamente en el estudio de momias (Juanes, 2010).

<sup>426</sup> La cuarta generación de Tac llamados TACS helicoidales disminuyen el tiempo de la prueba (Juanes, 2010)

metal y la madera y el tiempo de escaneado es muy largo,<sup>427</sup> dando una resolución mayor con más calidad de grises, pudiendo representar más fielmente los distintos materiales que componen la pieza (Carretero y otros,<sup>¿?</sup>). Los TACS médicos, por su parte, tienen una limitación de tamaño y el potencial está entre 100 y 150 Kv, muy útil para tejidos o materiales de una densidad similar como la madera, pero poco práctico para materiales como metal o piedra (Juanes, 2010). Es interesante saber que se está desarrollando un proyecto para el análisis de escultura en yeso (Badde, 2005, citado por Juanes, 2010), cuyos resultados serían posiblemente aplicables a las naturalizaciones de grandes mamíferos que utilizan la dermoplastia como estructura de relleno.

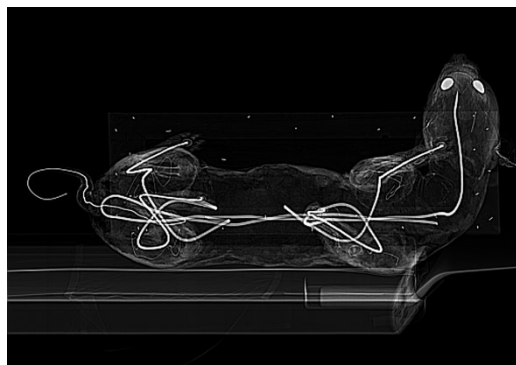
El TAC no solo es una herramienta útil y complementaria a la radiografía por la posibilidad de recreación en 3D, sino también porque es capaz de captar más fielmente tejidos que la Radiografía no puede. Aunque, al igual que con ésta podemos ver la conformación interna con sus deterioros asociados, con el TAC además se pueden generar modelos tridimensionales que sirvan para reproducir la morfología e incluso reconstruirla (Carretero, García, Juez, Rodríguez y Santos, 2010, p. 196) y construir mapas de daños tridimensionales (complementarios con las otras reproducciones en 3D generadas por medio de fotogrametría).

En la figura 8 puede verse el flamenco rosa naturalizado fechado en 1891, propiedad del MNCN-CSIC ya presentado en el capítulo del Museo, introducido en la máquina de TAC.

En la figura 9 un ocelote, *Leopardus pardalis*, realizado por Rowland Ward también propiedad del MNCN-CSIC.



**Figura 182. Flamenco Rosa introducido en un TAC (MNCN-CSIC)**



**Figura 183. Imagen radiológica de un Ocelote (MNCN-CSIC)**

### Endoscopia

La endoscopia es una técnica diagnóstica utilizada principalmente en medicina y consiste en introducir en el cuerpo un aparato (endoscopio) compuesto por un tubo terminado bien en una cámara o una lente, una fuente lumínica y un visor (ver figura 1). El tubo se introduce a través de un orificio natural o artificial y sirve para visualizar el interior de las piezas.

<sup>427</sup> Cuanto mayor es el tiempo de escaneado (pitch bajo) mayor es la resolución y mejora la unión entre cortes. (Juanes, 2010)



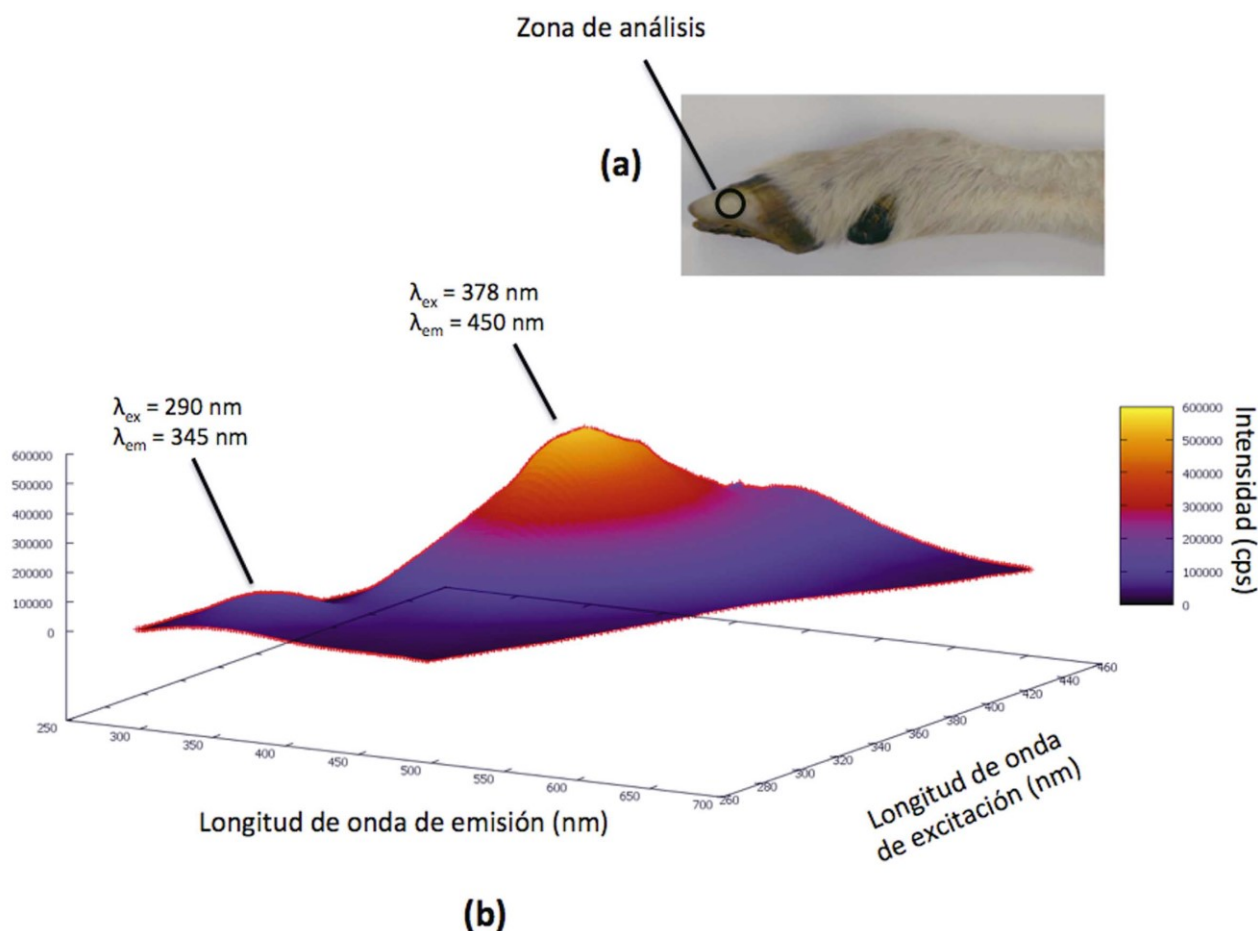
**Figura 184. Endoscopia**

Este tipo de análisis se está usando para la investigación del interior de las momias, como puede verse en los trabajos de Ken Wildsmith (2009). En el estudio de las piezas naturalizadas resulta igualmente útil sobre todo en grandes mamíferos, ya que la mayoría de estas piezas tienen un núcleo hueco (sobre todo las más modernas).

#### **Examen con radiación UV**

Esta técnica consiste en iluminar el objeto con una fuente lumínica en el rango del espectro electromagnético del UV (15-400 nm) y habitualmente registrar la fluorescencia que se produce, bien con una cámara fotográfica, bien con otro tipo de equipos como en el caso de la espectroscopia de fluorescencia también conocida como espectrofotometría, en la que en vez de que se genere una imagen se crearán espectros con las distintas longitudes de onda de la fluorescencia que emite cada material.





**Figura 185. Estudio de la fluorescencia de una pezuña de cabra a través de un espectrómetro de fluorescencia**

Este tipo de radiación es muy útil para identificar y estudiar algunos materiales constitutivos, patologías, u otro tipo de manifestaciones biológicas.<sup>428</sup>

Mediante el empleo de la radiación UV pueden realizarse estudios de recubrimientos en zonas pintadas de patas, picos y otra clase de tegumentos, y determinar si la pintura ha sido barnizada o no, ya que los barnices u otro tipo de recubrimientos protectores suelen producir una fluorescencia característica.<sup>429</sup>

En la figura 12 y 13 se puede ver la fluorescencia de la queratina del pico donde la capa de pintura roja que lo recubre se ha perdido. Además esta zona ya se ha limpiado y el color no presenta fluorescencia, lo que indica la falta de un recubrimiento de protección. Las plumas cubiertas de pigmento natural, en este caso melaninas, ocultan la fluorescencia propia del triptófano.

<sup>428</sup> Como ya se ha comentado en el capítulo de biología donde las aves poseen receptores de UV para poder percibir aquellos elementos que emiten fluorescencia como rastros, algunas coloraciones de plumaje, etc.

<sup>429</sup> Por ejemplo la goma laca da una fluorescencia rosácea, las resinas naturales como la colofonia en distintos grados de amarillo, desde más claro y verdoso a más oscuro y rojizo en función del envejecimiento y del tipo de resina ; los recubrimientos de poliéster aparecen como blanco azulados. El óleo no emite fluorescencia y se suele ver oscuro (a no ser que esté mezclado con otra sustancia).



**Figura 186. Perdiz preparada por los hermanos Benedito (UCM) vista con luz UV**



**Figura 187. Misma perdiz**

A su vez, algunos pigmentos como el blanco de zinc emiten una fuerte fluorescencia cuando son iluminados por este tipo de radiación.

Con respecto a los deterioros, pueden observarse , barnices envejecidos, pérdidas de policromía, desvaimientos del pigmento natural del animal, presencia de repintes, puede determinarse el rango de ataque de infestación por hongos, ya que éstos producen fluorescencia, e inclusive, como en el caso de otras manifestaciones artísticas, servir de ayuda en procesos de limpieza (en este caso sería de manera opuesta a la que estamos acostumbrados: es decir, generalmente cuando intervenimos una pintura con un barniz oxidado que queremos eliminar, dicho barniz presenta mucha fluorescencia que va descendiendo a medida que lo retiramos. En el caso de piezas naturalizadas, la aparición de una fuerte fluorescencia en caso por ejemplo de pieles o plumas compuestas por pigmentos oscuros como la melanina, en principio podría no ser una buena señal porque podría indicar que se va eliminando la coloración natural del espécimen y aparece la fluorescencia propia de la proteína. Por otra parte, también podría significar que se está retirando la suciedad superficial y aparece el pelo o la pluma ya desvaída por una exposición anterior a la luz solar.

Por otro lado, ciertos pesticidas también pueden detectarse con radiación UV, como se verá en el capítulo dedicado a tóxicos.

También puede determinarse qué tipo de pigmentos se encuentran de manera natural en el plumaje y pelaje de los especímenes. Por ejemplo, las porfirinas, presentes tanto en aves como en mamíferos, producen una intensa y característica fluorescencia roja bajo luz ultravioleta. (Hudon, 2005, p. 137).

Por otro lado, los tejidos queratinosos<sup>430</sup> de los animales emiten una fuerte fluorescencia. Esta característica está relacionada con el aminoácido triptófano<sup>431</sup> común en todos estos tejidos y la presencia de quinurenina<sup>432</sup> (Mc Mullen et al., 2012). Con ello como veremos en el apartado dedicado

<sup>430</sup> Los tejidos queratinosos poseen muchos cromóforos que dan fluorescencia en las regiones de radiación visible y ultravioleta. (Mc Mullen, Chen y Moore, 2012).

<sup>431</sup> El fluoróforo principal de la epidermis es el triptófano aunque debido a la presencia de pigmentos en este tejido la fluorescencia es menos pronunciada que en la dermis (Mc Mullen et al., 2012).

<sup>432</sup> La quinurenina es un producto de degradación del triptófano. La radiación ultravioleta reduce la cantidad de triptófano y aumenta el nivel de quinurenina aunque también las quinureninas están expuestas al daño de los rayos ultravioletas. Por lo tanto, cuando disminuye la cantidad de triptófano, aumentan las quinureninas, ya que son productos de degradación, a la vez que también disminuyen debido al daño que sufren (Mc Mullen et al., 2012).

a deterioros se puede también valorar el envejecimiento más o menos pronunciado de los materiales proteicos relacionado así mismo con la presencia o no de pigmentación en la epidermis.<sup>433</sup>

Existen también, por otra parte, las técnicas de control medioambiental, que no producen ningún deterioro al espécimen y se abordarán en el capítulo destinado a la conservación. Estas técnicas aportan información muy valiosa sobre la HR y temperatura medioambiental, a través de termohigrómetros (dataloggers) o los estudios de polución con detectores de tóxicos y contaminantes.

**Otro tipo de estudio** que requiere toma de muestras pero que no se puede considerar ni destructivo ni invasivo es la recogida del polvo existente en las zonas del museo para analizar la presencia en él de elementos como proteínas y tóxicos y de esta manera evaluar emanaciones de contaminantes o posibles deterioros, como la presencia de plagas. En las muestras tomadas se puede estudiar el potencial de absorción de humedad de los materiales recogidos<sup>434</sup>, la proporción de material ferroso<sup>435</sup>, la presencia de proteínas solubles y/o material orgánico<sup>436</sup> (Williams y Branstetter-Wolansky, 2003).

El artículo de Stephen L. Williams y Laura B. Branstetter-Wolansky "Examination of macroscopic particles from dust accumulations in collection storage áreas" reflexiona sobre la poca importancia que se le da al material macroscópico como fuente de deterioro, como son los restos de insectos, pelos, gravilla, plásticos, flecos de fregonas o grapas entre otros, y cómo las prácticas en las colecciones pueden contribuir a la presencia de polvo y desechos en las mismas. También hace hincapié en que este tipo de estudios ayuda a determinar si los productos y procesos de limpieza de las diferentes zonas de las colecciones son adecuados. (Williams y Branstetter, 2003).

Además del estudio del polvo y la suciedad existente en las distintas zonas del Museo, en algunos casos es necesario determinar la composición del polvo depositado sobre los especímenes, ya que alguna suciedad presenta partículas grasas o de carbono que se incrustan y compactan en la superficie de los ejemplares a través de la manipulación, por ejemplo si se efectúa una limpieza rutinaria con brochas y pinceles, imposibilitando o dificultando la eliminación de dicha suciedad en las tareas de restauración.

---

<sup>433</sup> Se ha comprobado que la presencia de melanina en el cabello, pelaje y plumas y el grado de pigmentación inhibe la acción de la radiación de la luz solar, evitando el deterioro del triptófano e impidiendo así mismo la emisión de fluorescencia del triptófano y de la quinurenina (Mc Mullen et al., 2012).

<sup>434</sup> Ya que los materiales higroscópicos pueden ser una fuente de humedad para la atracción y el crecimiento de plagas u hongos.

<sup>435</sup> Ya que en muchos estudios por ejemplo de calcinación para determinar la cantidad de humedad de una muestra, el peso de partículas metálicas puede influir en las conclusiones extraídas.

<sup>436</sup> Ya que muchas plagas se alimentan del material proteico y orgánico.

### 12.3 MÉTODOS DE ESTUDIOS DESTRUCTIVOS

Los métodos destructivos, a diferencia de los anteriores, son aquellos que requieren la extracción de una muestra del objeto para realizar el análisis; en muchos de ellos la pieza es alterada o destruida.

En muchos de estos métodos se utilizan reactivos que requieren unas medidas de seguridad adecuadas para su manipulación, como en cualquier situación de manejo de tóxicos<sup>437</sup>.

Otro aspecto importante que debe recordarse es que se debe sopesar muy bien si es necesario este tipo de estudios, porque no deja de ocasionar un daño al espécimen. Sin embargo, la toma de muestras antes de una intervención restauradora puede ser una fuente de información muy importante no sólo para el mismo espécimen, sino también para otros de la colección o de otras colecciones que contengan ejemplares del mismo tipo o que han sido preparadas por el mismo taxidermista. Muchas de estas colecciones han sido “rehabilitadas” y precisamente aquellas que no han sido intervenidas son las que aportan una información más valiosa sobre la técnica del artista y por ello sobre las cualidades de la técnica frente al envejecimiento. Hay que recordar también que en caso de extraer muestras de policromía (u otros elementos) debe realizarse en lugares discretos (Gómez y Gómez, 2001).

Aunque existen numerosas técnicas “destructivas” que pueden ser útiles, se ha considerado solo presentar en este estudio aquellas más empleadas en el ámbito de colecciones de taxidermia y otras que pueden ser una alternativa económica para las instituciones que no dispongan de grandes recursos para hacer pruebas más sofisticadas. Dentro de estas técnicas existen algunas pruebas que se basan en la radiación X como la microscopía electrónica de transmisión (MET) pero solo se citará la MEB y la fluorescencia de RX, que son las técnicas más empleadas en estudios de especímenes naturalizados.

#### **Microscopía electrónica de barrido (MEB)<sup>438</sup>**

Los microscopios electrónicos emplean electrones en vez de ondas lumínicas para configurar la imagen. La ventaja de este tipo de estudio es que no requiere muestras de grandes dimensiones. Como contrapartida, únicamente se generan imágenes en blanco y negro (Rufino, 2012), aunque éstas pueden tener una gran resolución. La muestra ha de prepararse previamente recubriéndola bien con carbono o con oro para hacerla conductora.<sup>439</sup>

Cuando los electrones generados por el microscopio chocan con la muestra, pueden generarse electrones retrodispersados, con lo que la imagen obtenida podrá aportar información sobre la densidad electrónica de las partículas, o también pueden generarse electrones secundarios, con lo que la imagen será especialmente precisa en cuanto a la morfología de la muestra, en la que podrán

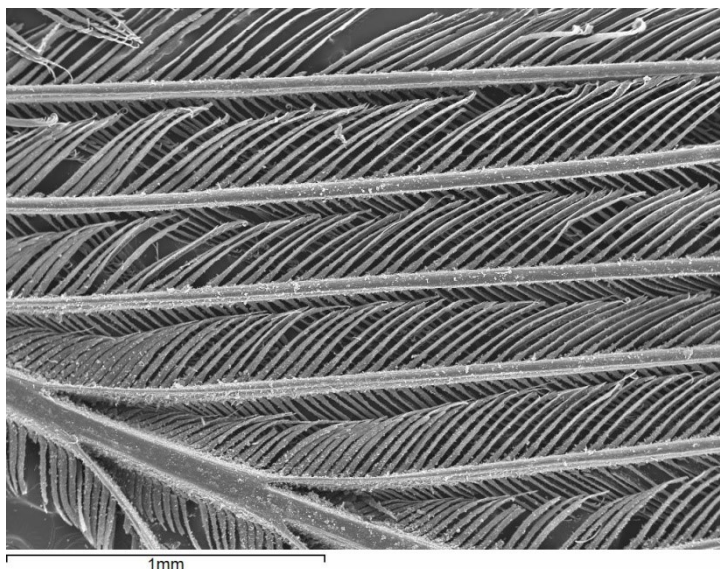
---

<sup>437</sup> En el libro “Material characterization tests for objects of art and archaeology, 2000, N. Odegaard, S. Carroll, and W. S. Zimmt. (Archetype Publications)” en cada test que se realiza hay un apartado dedicado al tipo de protección personal necesaria para realizar la prueba. (Ver bibliografía)

<sup>438</sup> Esta técnica es más conocida por su acrónimo en inglés SEM (Scanning Electron Microscope).

<sup>439</sup> Si se recubre con carbono se consigue información tanto de la composición elemental como una imagen muy ampliada de la muestra, en cambio si se recubre con oro solo se puede ver la morfología pero con una calidad y definición mucho mayor que la primera.

apreciarse incluso las partículas de carácter orgánico. Con la MEB pueden llegar a percibirse microgrietas u otro tipo de deterioros, siendo muy útil en estudios de envejecimiento, de limpieza u otro tipo de acción restauradora. Esta técnica también puede aplicarse en la identificación de especies de aves<sup>440</sup> a través de la morfología de las plumas.



**Figura 188. Pluma de una paloma bravía, *Columba livia*, vista con MEB**

Habitualmente esta técnica de análisis se combina con la dispersión de energía de rayos X EDAX (EDS en terminología anglosajona). Mediante su utilización se obtienen espectros a través de los que se puede realizar un estudio elemental de los componentes de las piezas. Es decir, se constata la presencia de unos elementos u otros como mercurio, arsénico, etc. (para determinar compuestos inorgánicos), pudiendo identificarse pigmentos y otros compuestos.

En la figura 15, 16 y 17 se estudia la composición y estructura de la policromía de color amarillo de la pata del águila real propiedad de la Facultad de Bellas Artes (UCM) ya presentada arriba. En la figura 15 se puede ver la existencia de varias capas de color. En el estudio que se realizó se identificó una preparación blanca a base de blanco de plomo ( $2\text{PbCO}_3(\text{OH})_2$ ) y blanco de zinc ( $\text{ZnO}$ ), una segunda capa de amarillo de cromo ( $\text{PbCrO}_4$ ) y amarillo de cadmio ( $\text{CdS}$ ) entre otros elementos (Gil et al., 2014).

---

<sup>440</sup> Se ha utilizado SEM para identificar las aves de las que se obtuvieron las plumas en textiles emplumados mexicanos presentados por Hector Lozano (Bidarra, 2010)





Figura 189. Estratigrafía de una muestra de policromía de un águila real

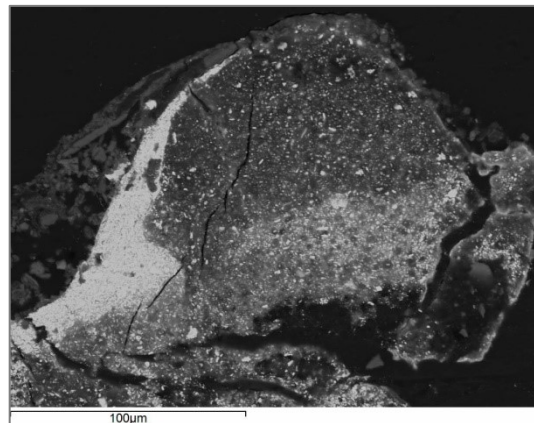


Figura 190. Imagen MEB de la misma zona de policromía

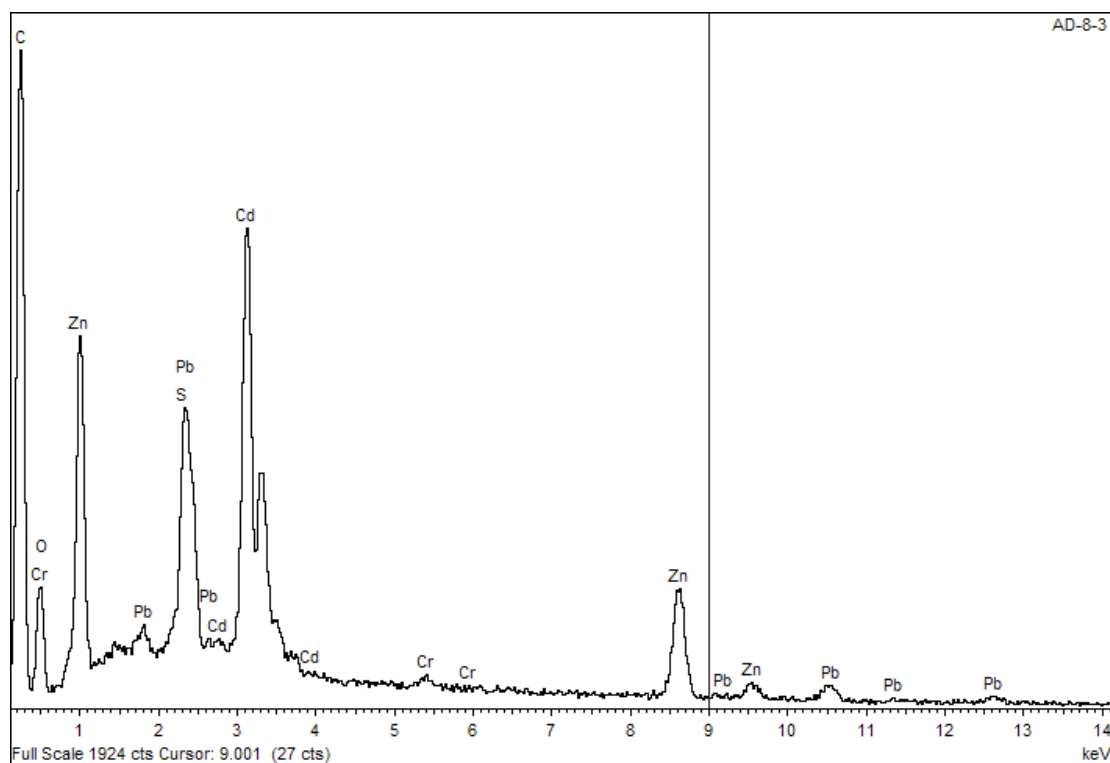


Figura 191. Espectro EDX de una partícula de policromía.

Actualmente existe la posibilidad de analizar objetos enteros con "variable pressure SEM" debido a que los equipos utilizados poseen unas cámaras de vacío más grandes. El problema es que estas pruebas pueden causar grietas o deshidratación en las piezas por efecto de la descompresión rápida. (Bidarra, 2010).

Existen varias técnicas como se ha visto que utilizan diversas fuentes de "excitación" y son **recogidas en forma de espectros** como la espectrometría fluorescente de rayos X o la espectrometría de masas con acelerador de partículas (AMS), espectroscopia de rayos X. En este caso solo se describirá la



fluorescencia por dispersión de RX y que esta técnica se utiliza mucho en el estudio de colecciones de historia natural.

#### ***Fluorescencia por dispersión de Rayos X (XRF)***

En esta técnica la muestra o el objeto es “excitado” a través de un haz de rayos X muy energéticos produciendo una emisión de energía en una longitud de onda mayor a la que ha recibido<sup>441</sup>, característica de cada elemento químico, que es la que se mide (Matteini y Moles, 2001).

Puede realizarse la medición directamente desde la superficie sin toma de muestra o introduciendo la muestra en un microscopio de barrido que tenga acoplado un detector de rayos X (SEM-EDX). (Gómez y Gómez, 2001).

Sirve para caracterizar la mayoría de los pigmentos inorgánicos existentes en la policromía. (Gómez y Gómez, 2001).

También se está aplicando al estudio de tóxicos existentes en las colecciones de historia natural y etnográficas como veremos en el apartado de tóxicos con aparatos portátiles, además del intento de caracterización de rellenos, policromías y armaduras.

#### ***Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR)***

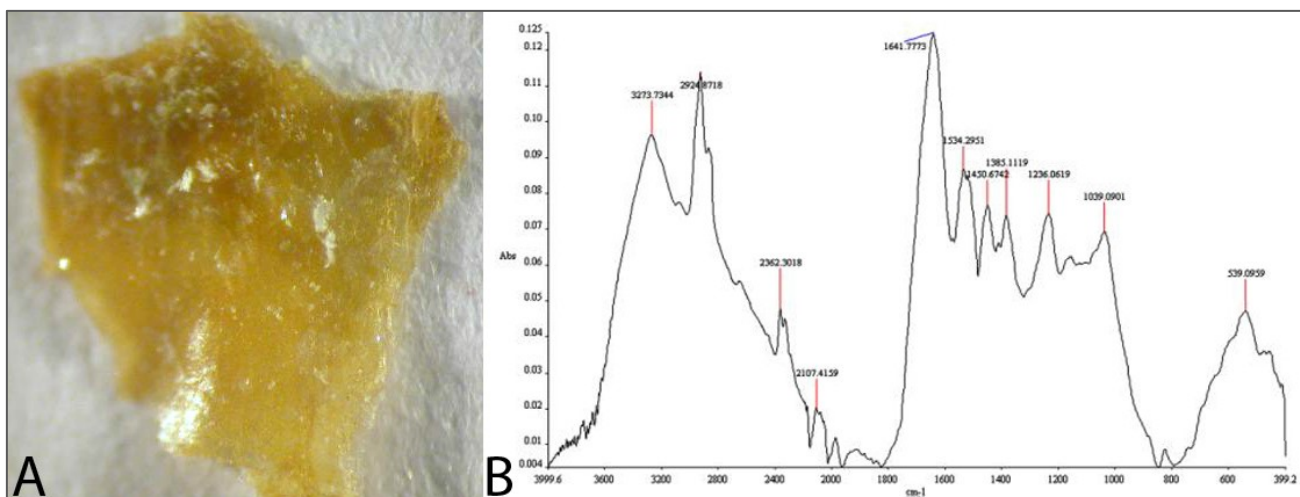
Técnica empleada para determinar la naturaleza de compuestos (Gómez y Gómez, 2001). Las muestras estudiadas pueden estar en estado sólido, líquido o gaseoso (Matteini y Moles, 2001).

Es un método de análisis empleado en identificación de polímeros y también estudia sus modificaciones estructurales pudiendo conocer su envejecimiento. Es una técnica en la que se obtienen espectros en los que aparecen picos a determinadas longitudes de onda que se corresponden con los grupos funcionales de las sustancias (Gómez, 2014). Los espectros obtenidos han de compararse con espectros patrones de sustancias conocidas de referencia (Gómez, 2014). Como la muestra no se altera se puede reproducir la prueba tantas veces como sea necesario, La muestra que se necesita es mínima. Puede contribuir a la identificación de aglutinantes, pigmentos e incluso el material constitutivo de las armaduras.

En la figura 18 se puede ver el espectro FTIR de un recubrimiento en la pata del flamenco rosa propiedad del MNCN-CSIC ya mencionado.

---

<sup>441</sup> Es decir el objeto emite Rayos X tras la excitación.



**Figura 192.** Análisis de la película de revestimiento de la pata de un flamenco naturalizado: A) Recubrimiento de color marrón claro de la pata; B) Espectro FTIR hecho de la superficie total de la muestra que indica que es cola animal.

### *Técnicas cromatográficas*

Las técnicas cromatográficas tienen una aplicación dirigida principalmente a identificar compuestos orgánicos como proteínas, polisacáridos, grasas o colorantes a nivel cualitativo y cuantitativo.

Esta técnica consiste en separar e identificar los diferentes componentes de una mezcla (Gómez, 2014). Las muestras son laboriosas de preparar<sup>442</sup> y requieren, igual que otras técnicas, comparación con patrones de referencia.

Existen diversas técnicas cromatográficas<sup>443</sup> que se aplican en función, no solo de los distintos compuestos, sino también de su estado físico.

En estudios de bienes culturales, sobre todo de técnicas pictóricas, la técnica más empleada es la cromatografía de gases, que permite trabajar con tamaños muy pequeños de muestras (Matteini y Moles, 2001) y se usa para el estudio cualitativo y cuantitativo de aglutinantes tales como aceites secantes o proteínas. En el caso de las piezas naturalizadas, podrían identificarse los aglutinantes de la pintura aplicada en el espécimen u otro tipo de materiales orgánicos presentes en masillas de relleno.

El uso de la cromatografía líquida de alto rendimiento también se usa para determinar la presencia y el tipo de materiales de un curtido vegetal (Wouters, 1992, citado por Thomson, 2006).

### *Microscopía Óptica (MO)*

El microscopio es un objeto que permite observar objetos o morfologías y estructuras que son pequeñas para verlas a simple vista a través de juegos de lentes y distintos usos de la luz (transmisión, reflexión)<sup>444</sup>.

<sup>442</sup> Pudiendo contaminarse la muestra

<sup>443</sup> Se pueden clasificar a través de diferentes aspectos como son el tipo de soporte o equipo utilizado, el estado físico de las fases y el mecanismo de separación. (San Andrés, 2005).

Sus aplicaciones son muy diversas y en el estudio patrimonial de obras de arte uno de sus usos más comunes es el estudio de la morfología de policromías: (sucesión de capas, color, espesor, características ópticas de los pigmentos, si hay presencia de barnices o repintes (Gómez y Gómez, 2001), etc.

Las muestras (micro muestras) que pueden verse en el microscopio pueden no requerir ninguna preparación previa o necesitar de una elaboración específica como inclusión en resina, tintado o laminación entre otras. Del primer tipo (sin preparar) por ejemplo se puede determinar el tipo de animal al que pertenece una piel curtida en mamíferos por medio de un examen microscópico de los patrones de los folículos pilosos de la piel, apoyado este examen por el estudio de la estructura de la fibra. (Thomson, 2006).



**Figura 193. Distintos patrones de los folículos de varias pieles.**

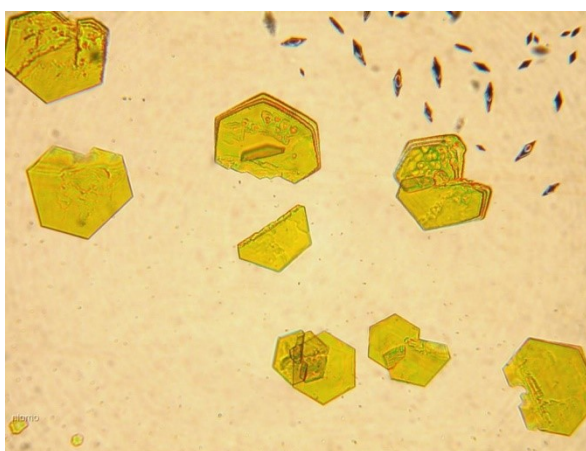
Del segundo grupo (con preparación previa) se encuentran diversas formas de preparación pero en este trabajo solo se tratarán los llamados estudios a la gota (spot tests), las estratigrafías, los análisis de fibras y de maderas porque se considera que son los idóneos y más económicos para este tipo de colecciones.

#### **Los análisis a la gota (spot tests)**

<sup>444</sup> Existe un tipo de microscopios portátiles que no requieren de toma de muestra y se pueden poner sobre el objeto (es más una lupa de aumento).

Pueden denominarse así todos los estudios que consisten en la aplicación a la muestra de diferentes reactivos o tinciones para determinar la naturaleza de la misma. Muchos son la fuente para la realización de los conocidos como "spot tests", que se han comercializado para estudios de distintos materiales, aunque ésta en realidad es también la denominación inglesa de los análisis a la gota.

Este tipo de análisis, cuando se utiliza un microscopio óptico para ver las reacciones que se producen en la muestra se conocen como microanálisis. La determinación del material se suele realizar por medio visual al microscopio, bien por un cambio cromático en la muestra tras la adición de distintos reactivos, bien por la fijación de los tintes empleados a unas zonas y a otras no o también por un cambio morfológico a una estructura cristalina concreta por ejemplo en la determinación de plomo en un compuesto, al formarse cristales planos hexagonales, escamillas redondeadas y cristales con forma de estrella de David al añadirse yoduro potásico y formarse yoduro de plomo (Menor, 2012).



**Figura 194. Cristales de yoduro de plomo en forma hexagonal.**

Con la llegada de una instrumentación más sofisticada, los medios analíticos a través de microscopio se han trivializado (Wolbers y Landrey, 1987). De hecho las películas pictóricas pueden examinarse mediante una gran variedad de métodos. (Wolbers y Landrey, 1987). Por ello, Cesar Menor Salvan define la microscopía óptica utilizada en estos análisis como microscopía óptica clásica, ya que actualmente se han diseñado micro-espectrómetros de IR y Raman acoplados a microscopios ópticos (Menor, 2012). La principal ventaja de este tipo de análisis es que se trata de una técnica rápida y a veces sencilla (no requiere de preparación previa) y económica (tinción con reactivos). Se utiliza una muestra mínima para la prueba. El inconveniente, como se ha indicado, es la alta toxicidad de algunos compuestos empleados.

Existen numerosos tipos de pruebas de este tipo pero aquí solo se presentarán algunas, como las destinados a determinar la naturaleza de los materiales, más específicamente aquellos que identifican metales<sup>445</sup>, proteínas y grasas porque son los materiales más presentes en colecciones biológicas y el estado de conservación de la piel, deterioros (estos últimos con técnicas diversas)

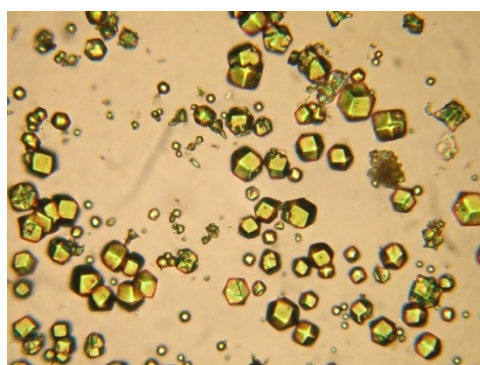
---

<sup>445</sup> Esto es útil para determinar tipos de curtidos metálicos, analizar la naturaleza de las estructuras metálicas, la composición de policromías o la presencia de elementos tóxicos como el arsénico.

Nancy Odegaard, Scott Carroll y Werner S. Zimmt muestran en su libro *Material characterization tests for objects of art and archaeology*, numerosos análisis a la gota para caracterizar metales, para el estudio de materiales inorgánicos y orgánicos (proteínas, triglicéridos, y otro tipo de materiales orgánicos que pueden encontrarse en restauraciones o para conocer la composición de plásticos contenedores o envoltorios como poliésteres. (Odegaard et al., 2000). Otros estudios de cueros, sobre todo de curtientes al alumbre, al cromo o vegetales (a través de la presencia de taninos) pueden consultarse en *Conservation of leather and related Materials*, referidos por Roy Thomson (Thomson, 2006).

Algunos ejemplos de pruebas a la gota se muestran a continuación:

- Cesar Menor presenta algunas pruebas a la gota en el estudio de minerales, por ejemplo, en las que el cambio en la muestra intervenida se produce de manera morfológica y se generan estructuras cristalinas e indica algunos experimentos para determinar metales, sulfuros metálicos, carbonatos, sulfatos, fosfatos, arseniatos y algunos óxidos. Por ejemplo, para determinar la presencia de plomo se emplea yoduro potásico sólido formando un precipitado de yoduro de plomo que forma cristales planos hexagonales, escamillas redondeadas y cristales con forma de estrella de David (Menor, 2012). Para determinar arsénico se usa molibdato amónico y se genera un precipitado de arseno-molibdato amónico.<sup>446</sup> (Menor, 2012).



**Figura 195. Arseno-molibdato amónico**

- Otras pruebas, como se ha indicado, se fundamentan en la adición de distintos reactivos, generándose un cambio cromático en la muestra. Por ejemplo, para determinar la presencia de zinc en objetos metálicos o pigmentos como el blanco de zinc con una solución de ditizona ( $C_{13}H_{12}N_4S$ ) e hidróxido sódico (NaOH), dando lugar a un compuesto rojo rosáceo. (Odegaard et al., 2000). Otras pruebas son útiles en la identificación de hierro (Odegaard et al., 2000).
- Otros tipos de exámenes consisten en la aplicación de un colorante específico que tiñe o no las sustancias que quieren identificarse. Existen diferentes pruebas a la gota que pueden ser útiles para la identificación de recubrimientos y aglutinantes, como pueden ser la tinción con distintos tintes para determinar proteínas<sup>447</sup> para identificar aceites y aceites secativos.<sup>448</sup> El uso de unos

---

<sup>446</sup> Esta prueba es útil con algunas manifestaciones como en mimetita

<sup>447</sup> Johnson y Packards usaban Ponceau S para determinar la presencia de proteínas y Plesters empleaba fucsina ácida para cola. (Wolbers y Landrey, 1987)



tintes u otros puede venir determinado también por la solubilidad en agua más o menos existente en el material a estudiar (por ejemplo, la proteína con el envejecimiento reticula, fortaleciendo sus enlaces internos, volviéndose más insoluble) (Wolbers y Landrey, 1987). También la presencia de ciertos pigmentos en la policromía, similares al color del tinte, dificulta el discernimiento del aglutinante. (Wolbers y Landrey, 1987).

- Para determinar la presencia de resina de colofonia puede utilizarse ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y azúcar en solución acuosa. En presencia de azúcar la colofonia se vuelve roja cuando se expone a ácido sulfúrico (Odegaard et al, 2000).

### **Análisis de fibras**

Son aquellos estudios destinados a determinar la naturaleza de una fibra (vegetal, animal, artificial o sintética). En los especímenes naturalizados, pueden encontrarse fibras empleadas en los rellenos de las piezas, otras pueden componer el hilo del cosido de la piel y el pelaje de un mamífero. Pueden aplicarse técnicas como la llamada prueba de secado-torsión, en donde la fibra se introduce en agua durante unos minutos y luego se deja secar en una placa caliente: el lino girará en sentido de las agujas del reloj, el yute y el cáñamo en sentido contrario y el algodón se retuerce en direcciones opuestas de manera irregular (Huertas, 2010).

Otro tipo de estudio, el más empleado para la identificación de fibras, es el examen microscópico<sup>449</sup> a través del estudio longitudinal<sup>450</sup> y transversal de la fibra mediante reactivos como el Reactivo Herzberg<sup>451</sup> o una disolución amoniacal de óxido de cobre<sup>452</sup> para estudiar fibras celulósicas con una sección longitudinal, o safranina al 5% en etanol para el estudio en sección transversal. La identificación se realiza comparando la estructura de la fibra ya teñida con patrones de comparación (San Andrés, 2005). Como guía sencilla para determinar la diferente naturaleza de las fibras se puede decir que las fibras vegetales teñirán de distinto color en función del tipo de planta, en las fibras animales de mamíferos como la lana, se verán escamas, en la seda una estructura plana y en las fibras sintéticas como el nylon, una sección completamente circular y homogénea.

En la figura 22 se puede ver en la primera imagen fibras de lino, en la segunda imagen fibras de algodón, en la tercera de lana y en la cuarta de nylon.

---

<sup>448</sup> Jhonson y Packers empleaban Sudán black para aceites secantes (tintes dyazo) y Plesters empleaba el azul Nilo para identificar aceites en general ). (Wolbers y Landrey, 1987).

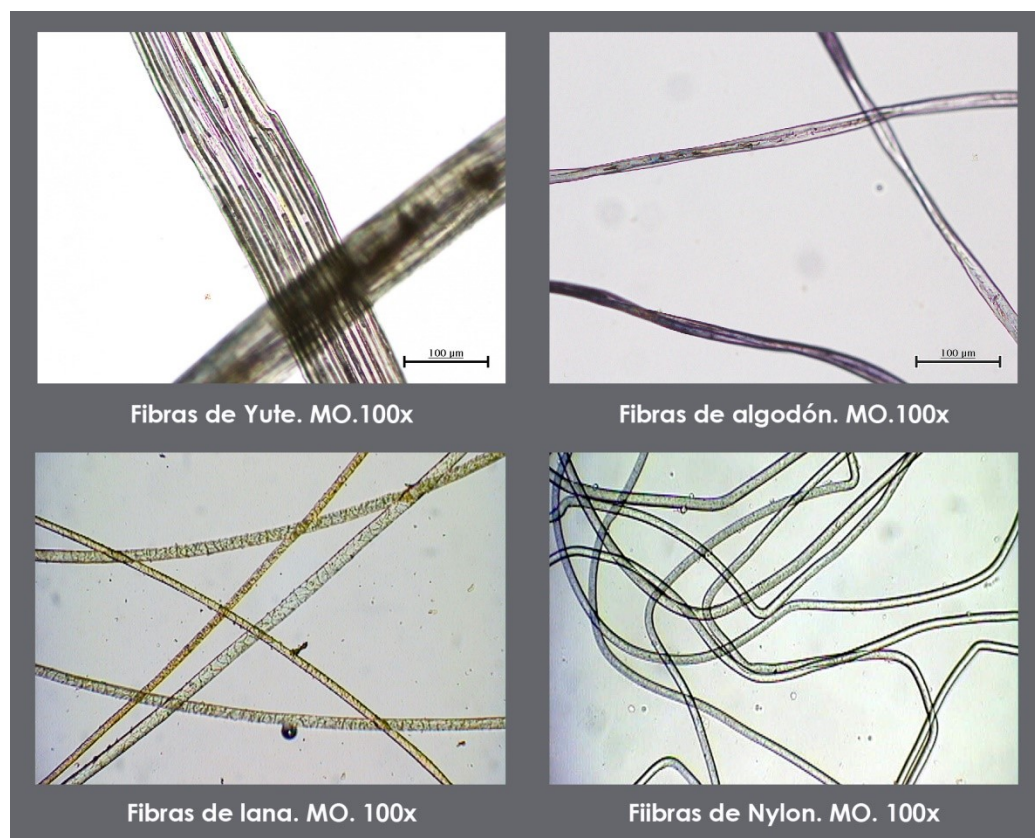
<sup>449</sup> Por medio de un microscopio con luz transmitida de entre 40 a 200x

<sup>450</sup> Las fibras en esta vista no siempre se tiñen, ya que algunas fibras son fácilmente reconocibles por su morfología como el pelo animal.

<sup>451</sup> Se trata de una solución de cloruro de zinc y yoduro potásico en agua

<sup>452</sup> Reactivo para diferenciar lino de cáñamo.





**Figura 196. Distintas fibras vistas al microscopio.**

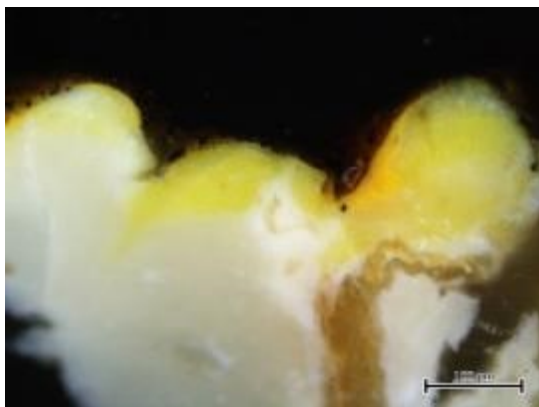
### **Análisis estratigráfico**

Esta técnica consiste en incluir una pequeña muestra (de pintura u otros materiales) en una resina (normalmente poliéster o acrílica), de modo que va a poder manipularse y observarse sin que se disgregue. La muestra incluida en la resina habrá de rebajarse y pulirse, de manera que se observe su plano transversal, obteniéndose entonces un plano estratigráfico adecuado (Gómez, 2014), donde podrán observarse las distintas capas de la muestra en el mismo plano, sin distorsiones (aberraciones o escasa profundidad de campo). Estas se observan al microscopio óptico de luz reflejada<sup>453</sup>.

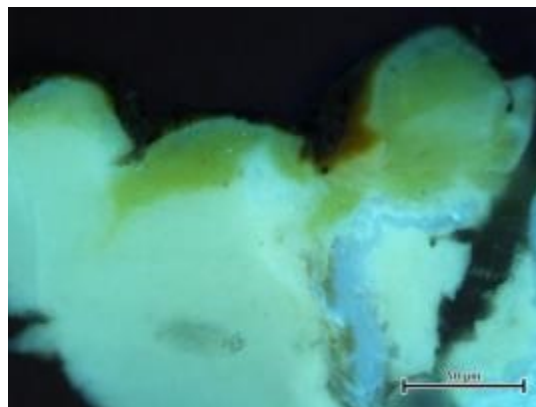
La muestra puede ser incluida tal cual y después emplearse en ella un reactivo a fin de visualizar cambios cromáticos, estructurales o de otra clase de modo que puedan identificarse ciertos materiales como aglutinantes.

El estudio con microscopio óptico normalmente es de tipo morfológico, aunque también pueden llegar a identificarse algunos pigmentos y cargas (yeso, bermellón, etc.), por su forma y/o color. También puede utilizarse con el microscopio óptico y sobre la muestra la lámpara de Wood, a fin de estudiar la fluorescencia de las diferentes sustancias (colas, aceites, resinas o pigmentos entre otros).

<sup>453</sup> Recomendable entre 100 y 300 aumentos.



**Figura 197.** Muestra de policromía incluida en resina. 100x luz UV. 100x



**Figura 198.** La misma muestra que la figura 23 bajo

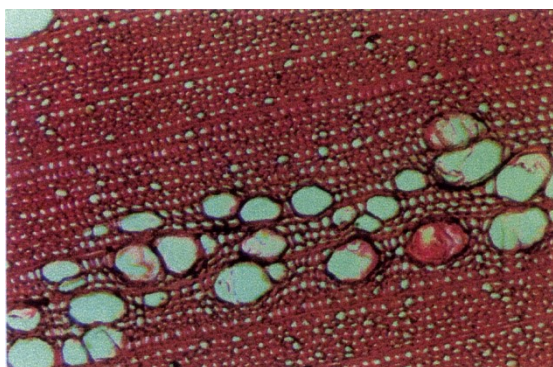
El análisis estratigráfico es muy útil en el estudio de especímenes montados para analizar capas de policromía, en este caso, de la pintura aplicada en picos, patas y otro tipo de tegumentos.

#### **Identificación de maderas.**

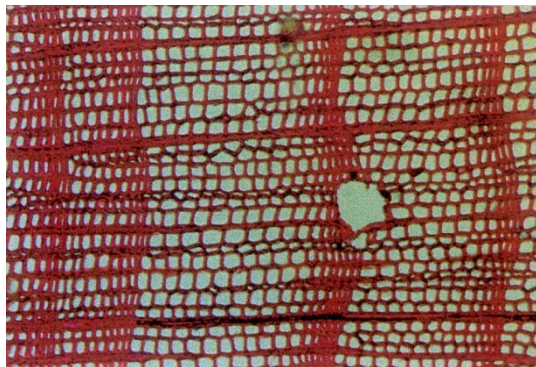
Otro tipo de estudio práctico es la identificación de maderas. Con este tipo de análisis puede determinarse, por ejemplo, si una peana ha sido sustituida o no, o la naturaleza del material empleado en elementos como un pico artificial, unos colmillos o lengua artificiales, etc. Con los datos derivados de la identificación de la madera y observando la morfología de la misma, pueden extraerse conclusiones sobre las causas del deterioro de la pieza (como los alabeamientos en peanas). Para explicar el estado de conservación de una pieza es recomendable también estudiar el tipo de corte de la madera (transversal, radial o tangencial).

El estudio de maderas se realiza a través de microscopio óptico y es necesario una muestra cúbica de 1cm de lado, en la que se aprecien convenientemente las estructuras celulares de la madera y conocer el tipo de corte de la madera que se va a observar (se corta con un micrótomo constituyendo una lámina delgada de entre 20 a 50 µm de espesor). (Gómez, 2014).

La identificación se realiza de la misma manera que en el caso de las fibras, mediante la comparación con patrones ya existentes. A grandes rasgos, puede diferenciarse entre coníferas y frondosas por el tipo de células y tejidos existentes y su disposición en los distintos planos observados. (Gómez, 2014).



**Figura 199. Corte transversal de madera de castaño (frondosa). 100x**



**Figura 200. Corte transversal de madera de pino (conífera). 100x**

#### Otros estudios

En este apartado se presentan distintos métodos para estudiar factores relacionados con el deterioro de los materiales, con técnicas para determinar el tipo de curtido, el pH, el contenido de humedad de los materiales, la cantidad de grasa existente en una muestra o la medición de la temperatura de contracción y así determinar también el grado de deterioro de una pieza:

#### pH

La medición de pH también es muy importante en el tipo de materiales constitutivos sobre todo en las pieles. Como ha podido observarse en apartados anteriores, los distintos procedimientos de preparación de pieles requieren el empleo de distintos baños básicos y ácidos para darle unas cualidades u otras, proporcionando estabilidad al material y evitando la putrefacción.

Por ello, la piel presenta unos valores u otros de pH directamente relacionados con procesos de deterioro como veremos en el capítulo dedicado a este tema. Por esta razón, en las mediciones de pH de pieles curtidas no sólo se pide el valor del pH, sino la presencia de ácidos fuertes o débiles que no siempre son una señal de deterioro y que pueden indicar con qué tipo de ácido se preparó la piel como por ejemplo el ácido sulfúrico<sup>454</sup> (Thomson, 2006).

La medición del pH (valor de pH) se puede realizar por medio de papeles tornasolados, o por pHmetros de inmersión o de superficie. Estos últimos tienen la ventaja de que no hay que tomar muestra y la medición se realiza sobre la superficie del ejemplar. El inconveniente es que no resultan tan fiables porque son muy sensibles (y miden hasta el pH del aire mientras se está trasladando el electrodo desde la disolución tampón hasta el objeto). Además, deben calibrarse constantemente y dejan residuos sobre la superficie del objeto que puede causar un deterioro posterior. Al ser la medición de pH complicada en sólidos para el estudio de cueros, es habitual medir el pH de un extracto acuoso (después de tomar una muestra e introducirla en agua). Con el fin de obtener resultados reproducibles, por lo tanto, es necesario fijar la proporción de la muestra con respecto al

---

<sup>454</sup> Calculado a través de la presencia en la piel de sulfatos. Se ha desarrollado un procedimiento para determinar un pH calculado asumiendo que todo el sulfato presente en el cuero fue alguna vez ácido sulfúrico libre (Wouters y Claeys, 1966, citado por Thomson, 2006).

agua. Esto ha sido definido internacionalmente como 5 g de cuero en 100 ml de agua (prueba estándar IUC 11), debiendo trasladarse esta proporción a muestras más pequeñas (Thomson, 2006).



**Figura 201. pHmetro de superficie**

Otro tipo de pruebas que se deben realizar tienen relación con el contenido de grasas en una piel, a fin de evaluar si una piel o cuero necesita de un aporte mayor de grasa para su preservación.<sup>455</sup> Estos métodos incluyen la extracción de muestras de la piel con disolventes orgánicos tales como éter de petróleo (Soest et al., 1984), n-metano (Wouters, 1992) o diclorometano (Wouters, 1994, citados por Thomson, 2006) en un equipo (Soxhlet). Como con las otras determinaciones, el tamaño de muestra requerido es bastante grande. Por lo tanto, un método alternativo que puede emplearse es la cromatografía de gases/ espectrometría de masas. Estos métodos podrían dar una idea del tipo de aceite presente en la piel y el grado de deterioro que existe, así como la cantidad de material graso todavía libre que puede ser retirado (Bos et al., 1996, citado por Thomson, 2006).

También la medición del contenido de humedad en un material es muy importante, como se verá en el siguiente capítulo, y se realiza por medio de procedimientos de humectación, secado y pesado de la muestra extraída del espécimen (Thomson, 2006).

Otro tipo de estudios requieren **la destrucción total** de la muestra, como son los métodos de calcinación, útiles para determinar el tipo de curtido donde por ejemplo el cuero curtido al cromo produce una ceniza verde, el curtido al alumbre da una ceniza blanca y las vegetales, al aceite y sin curtir se consumen completamente. Muchas pieles sin curtir han sido tratadas con sal común o compuestos de calcio que producen un residuo blanco que puede ser confundido con el procedente de los materiales tratados con sales de aluminio. Estas pruebas requieren altas temperaturas y largos tiempos para que el carbono de la piel se haya calcinado completamente y de esta manera se pueda analizar la ceniza de una forma fiable. Dados estos inconvenientes se han desarrollado una serie de análisis a la gota y otro tipo de pruebas analíticas con instrumentales más complejos (Reed, 1972, citado por Thomson, 2006, p. 59).

---

<sup>455</sup> Históricamente se han añadido distintos tipos de grasa a las pieles y los cueros para evitar la desecación aunque no siempre estos tratamientos han sido adecuados como veremos en el capítulo de deterioros.

Para determinar el tipo de curtido, al margen de las técnicas de microgota o de calcinación existen otras técnicas empleadas más complejas y más costosas, ya que requieren un equipamiento más sofisticado como son los análisis de adsorción atómica o espectroscopía de fluorescencia de RX para detectar aluminio y potasio asociado con el uso de alumbre, o calcio posiblemente derivado de un proceso de precurtido (encalado) o cromo (Thomson, 2006).

Además, se está intentando identificar las especies a través del ADN (proceso exitoso en curtidos al aceite (Langridge, 2004, citado por Thomson, 2006), aunque parece ser que las técnicas de extracción desarrolladas hasta el momento podrían interferir con algunos de los procesos de curtido como en los curtidos vegetales, debido a los mecanismos de reticulación que se producen en este tipo de cueros (Thomson, 2006).

La medición de la temperatura de contracción del objeto junto con el conocimiento de la temperatura de contracción probable del material inicial puede dar una pista de cuál es el grado de deterioro que éste ha sufrido (Thomson, 2006). Existe un método estandarizado como el Test IUP 16 de la Unión Internacional de Tecnólogos del cuero y Sociedades químicas (Williams, 2000 citado por Thomson, 2006) para estudiar este tipo de fenómeno, pero presenta el inconveniente de que requiere muestras muy grandes. (Thomson, 2006), así que se han desarrollado otros estudios con muestras mucho más pequeñas (utilizando fibras individuales examinadas bajo microscopio) (Young, 1990; Larsen et al., 1993, citado por Thomson, 2006), basándose en trabajos anteriores de varios químicos de cuero (Nageotte y Guyon, 1930; Salcedo y Highberger, 1941; Nutting y Borasky, 1948, 1949, citado por Thomson, 2006).

Durante la contracción de una piel al secarse, se produce una transferencia energética que puede ser medible con técnicas como la calorimetría diferencial de barrido (DSC)<sup>456</sup>. (Thomson, 2006).

Con respecto al Museo de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC), debe señalarse que en el propio edificio del Museo y en otras instalaciones del CSIC puede tenerse acceso equipamiento con el que pueden realizarse estas pruebas. Por ejemplo, el Museo cuenta con diferentes laboratorios en los que se puede encontrar microscopios ópticos, cromatógrafos, microscopio electrónico de barrido o espectroscopio Raman entre otros (MNCN, s.f.).

---

<sup>456</sup> La técnica consiste básicamente en aplicar calor a la muestra a analizar y a una muestra de referencia, midiendo la cantidad de calor que emite y absorbe cada una de las muestras durante la prueba.



## 13 TOXICIDAD Y OTROS RIESGOS DE LAS COLECCIONES NATURALIZADAS

### 13.1 INTRODUCCIÓN

En capítulos anteriores se ha hecho referencia a lo atractivas que resultan las colecciones de historia natural para las plagas y de los productos que se han aplicado durante su preparación o posteriormente a su manufactura a fin de evitar sus efectos. Estos productos dan lugar a problemas de toxicidad (Pfister, 2009).

Entre las sustancias empleadas se incluyen, las sales de cromo en los curtidos de pieles con, el uso de amianto en algunas preparaciones de taxidermia, los tratamientos con pesticidas como el arsénico, el DDT o las sales de mercurio y las pinturas empleadas en algunas partes de las piezas correspondientes a gabinetes antiguos (NPS, 2005)

En las últimas décadas se han constatado los efectos perjudiciales de estos materiales, suspendiéndose su uso generalizado. La práctica actual intenta limitar el uso de plaguicidas como una herramienta de conservación (Sadongei, 2001), pero muchos de estos pesticidas, utilizados hace años, han dejado residuos contaminantes venenosos y en muchos casos cancerígenos (NMNH, 2010), que provocan infinidad de trastornos físicos y psicológicos. Éstos representan un grave riesgo para los trabajadores de museos y otros profesionales en contacto con los objetos patrimoniales (Sadongei, 2001). Están especialmente expuestos a estos efectos nocivos, el personal responsable de la preservación de las colecciones y los usuarios de las mismas, ya sea una población científica u otro tipo de usuario que incluye al público en general (Pfister, 2009). Por tanto, el problema de salubridad no solo afecta a las personas que trabajan directamente con los especímenes, sino también a aquellas que se ocupan de la gestión y prácticas cotidianas como son la consulta, almacenamiento, limpieza, restauración, préstamo o exposición (Pequignot, 2008).

Además, la persistencia de los biocidas en las colecciones de historia natural, no solo puede causar problemas de salud para las personas que están expuestas, sino también afectar a los materiales constitutivos de los especímenes y de la colección, provocando diferentes efectos. Algunos productos pueden causar cambios de color en el plumaje y el pelaje; otros pueden imposibilitar la identificación de ADN, impidiendo también que puedan ser utilizados para estudios taxonómicos basados en las variaciones cromáticas de las faneras o en la información genética (Brown, 1999, citado por Pfister, 2009).

Conocer los pesticidas presentes en la colección también ayuda a comprender algunos fenómenos relacionados con la conservación y degradación de las piezas, y por otro lado, en el caso de tener que acometer una descontaminación, la cuantificación de los pesticidas presentes antes y después del tratamiento, aseguran el éxito y control de la intervención (Pfister, 2009).

Por otro lado, los conservadores-restauradores necesitan saber qué materiales componen un espécimen para asegurar la compatibilidad con los tratamientos posteriores aplicados (Pfister, 2009).



Los antiguos tratamientos aplicados en la conservación de las piezas se practicaban de manera habitual y no existía referencias de los mismos ni de los productos aplicados históricamente (Makos, 2001). Por ello, los museos desconocen la historia de los plaguicidas (NMNH, 2010).

El papel que juega la dirección de los museos es esencial en la gestión de la problemática de toxicidad que presentan algunas de estas piezas. Por un lado las instituciones deben informar al personal de los peligros potenciales a los que pueden enfrentarse, proporcionando medios de protección y lugares de trabajo apropiados, además de asumir su responsabilidad en la gestión de un lugar abierto al público, cumpliendo la normativa actual de higiene y seguridad. Esto implicaría la realización de un inventario para identificar y cuantificar los residuos tóxicos presentes en los diferentes tipos de colecciones (Pequignot, 2008).

Los grupos similares de exposición (SEGs) son grupos de trabajadores que tienen el mismo perfil de exposición general, debido a la similitud y la frecuencia de las tareas que realizan, los materiales y los procesos con los que trabajan, y la similitud de la manera en que realizan las tareas (Mulhouse y Damiano, 1998, citado por Makos, 2001). Dentro del museo, el potencial de exposición a pesticidas residuales se aplica a varias secciones: La conservación, restauración, gestión de las colecciones, preparación de exposiciones y educación (Makos, 2001). Estas funciones se agrupan en un solo SEGs debido a la superposición de las actividades de las funciones del personal, salvo en el caso de que se trasladen colecciones de un lugar de almacenaje a otro lugar. Esto implica un contacto más cercano con las superficies del objeto, al, generalmente, tener que limpiar un poco, inventariar cada objeto y otras gestiones, y una cotidianidad en esta tarea, que puede ser diaria y semanal. (Makos, 2001).

Pero curiosamente la longevidad de algunos profesionales que se han dedicado al mundo de la taxidermia es asombrosa. Morris en 1982 realizó un estudio en el que calculó aleatoriamente el promedio de tiempo de vida de varios taxidermistas fechados entre 1782 y 1908 y encontró que tenían un promedio de vida de 76,4 años con un 50% de taxidermistas que pasaban de los 80 años. (Dickinson, 2006).

Aunque se conocen casos de personas que han enfermado de cáncer en el MNCN-CSIC, no se han realizado estudios estadísticos sobre enfermedades laborales, ya que es difícil relacionar una enfermedad con una exposición a un tóxico en el ámbito laboral.

Las restricciones al uso de determinadas sustancias se ven reflejadas en distintas leyes, normativas y documentos que aportan una ayuda para determinar aspectos sobre los tóxicos a nivel biológico (protección de la naturaleza) y en el entorno laboral.

Por ejemplo, el reglamento REACH (Reglamento (CE) nº 1907/2006 (REACH, s.f.) del Parlamento Europeo y del Consejo) regula el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y los preparados químicos, con el objetivo de garantizar un elevado nivel de protección de la salud humana y del medio ambiente, así como la libre circulación de sustancias en el mercado interior. Fue aprobado el 18 de diciembre de 2006 y entró en vigor el 1 de junio de 2007. (REACH-CLP, s.f.).

Cada país tiene una normativa diferente para las distintas sustancias tóxicas pero la OIT (Organización Internacional del Trabajo) ha elaborado un cuadro de Enfermedades Profesionales, (C-121) que los

países adscritos al convenio deben tener en cuenta. En ella se cita las enfermedades causadas por el arsénico, plomo y mercurio entre otros. (Lozano, 2011).

En España existen diversos organismos que se ocupan de los problemas concernientes a los tóxicos. Entre ellos, se encuentra el Ministerio de Empleo y Seguridad Social, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) o el Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid del CSIC, que está especializado en Prevención de Riesgos Laborales. Este organismo es el que tiene una relación directa con el MNCN-CSIC.

El INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), edita cada año una guía "Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España" donde se presentan los límites establecidos (recogidos) por la legislación española (Obligancia de la Directiva 98/24/CE mediante Real Decreto 374/2001) de exposición a agentes tóxicos. En ella también se dan definiciones como agentes químicos, puestos de trabajo, indicadores biológicos, exposición o periodo de referencia. También aparecen las frases H y R y se indican los valores VLA457 y VLB458 permisibles.

En el manual de buenas prácticas de laboratorio de la Unidad de Vigilancia de la Salud y Medicina del Trabajo del CSIC, se recogen la mayoría de estas recomendaciones, en trípticos, como incompatibilidades químicas de productos, indicaciones para el trabajo con agentes biológicos, físicos y químicos o medios de protección, funcionamiento de las vitrinas de gases, bibliografía de referencia y legislación (Bermejo, com. personal, 2014).

También presenta un tríptico con los nuevos criterios de clasificación y etiquetado de productos químicos reglamento CE/ 1272 / 2008 (CLP). En él describe lo que significan los símbolos, palabras y letras de advertencia.

CLASIFICACIÓN SUSTANCIAS Y MEZCLAS	TEXTO RESUMEN	  	
<b>PELIGRO POR ASPIRACIÓN</b>	<b>Objeto</b> Con el fin de homogeneizar diferentes criterios internacionales de clasificación, etiquetado y empaquetado de sustancias y preparados, la Unión Europea elabora el REGLAMENTO CE / 1272 / 2008 CLP (Clasification, Labeling and Packaging). Este reglamento, deroga los R.D. 363/95 y 255/2003 y modifica el reglamento CE/1907/2006. Los nuevos criterios de Clasificación Etiquetado y Emvasado, conocido como CLP, están basados en el Sistema Global Armonizado (SGA) promovido por Naciones Unidas para mejorar la protección de la salud humana y el medio ambiente.	<b>NUEVOS CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS</b> <b>REGLAMENTO CE / 1272 / 2008 (CLP)</b>	
Categoría 1  Peligro H 304		<b>RD 363/95 RD 255/2003</b>	<b>REGLAMENTO CE / 1272 / 2008 (CLP)</b>
<b>LESIONES OCULARES GRAVES (CATEGORÍA 1) O IRRITACIÓN OCULAR (CATEGORÍA 2)</b>		<b>Letras de advertencia</b> E- O- F- F+ T- T+ Xi- C- Xi	<b>Palabras de advertencia</b> Peligro - Atención
Categoría 1  Peligro H 318	Categoría 2  Atención H 319	<b>PICTOGRAMAS</b> 	<b>PICTOGRAMAS</b> 
<b>CANCERÍGENOS MUTÁGENOS EN CÉLULAS GERMINALES TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN</b>		<b>¿Cuándo entra en vigor?</b> A partir del 1 de diciembre de 2010, las sustancias químicas deberán etiquetarse obligatoriamente con arreglo a los criterios establecidos en el CLP. Para las mezclas el nuevo sistema de etiquetado entrará en vigor el 1 de junio de 2015.	
Categoría 1A, 1B  Peligro Carcinógeno H 350 Mutágeno H 340 Tóxico reproducción H 360	Categoría 2  Atención Carcinógeno H 351 Mutágeno H 341 Tóxico reproducción H 361	<b>¿Qué ocurre con los productos ya existentes?</b> Para los productos que ya están en el mercado el 1 de diciembre de 2010, pueden coexistir con la antigua reglamentación, hasta el 1 de diciembre de 2012 para sustancias y hasta el 1 de junio de 2017 para mezclas.	
<b>SENSIBILIZACIÓN RESPIRATORIA O CUTÁNEA</b>		<b>Más información:</b> <a href="http://www.unesco.org/trans/danger/public/ghs_rev01/01amend_e.html">http://www.unesco.org/trans/danger/public/ghs_rev01/01amend_e.html</a>	
Sensibilización respiratoria Categoría 1  Peligro H 334	Sensibilización cutánea Categoría 1  Atención H 317	<b>Elaborado por:</b> Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid Consejo Superior de Investigaciones Científicas C/ Serrano 113 posterior 28006 Madrid Tlf. 915 680 904 / 005 <a href="mailto:spsl.madrid@csic.es">spsl.madrid@csic.es</a>	
		<b>FRASES "R"</b> (Indicaciones de Peligro) DESDE "R" 1 a "R" 68	<b>FRASES "H"</b> H EU 601 Peligros Físicos H200 a 300 Peligros para la Salud H300 a 400 Peligros Medio Ambiente H400 a 500
		<b>FRASES "S"</b> (Recomendaciones de Prudencia) DESDE "S" 1 a "S" 64	<b>FRASES "P"</b> Prevención P200 a 300 Respuesta P300 a 400 Almacenamiento P400 a 500 Eliminación P500 a 600

Figura 202. Tríptico de etiquetado de productos químicos del CSIC y del MINECO.

<sup>457</sup> Valores límite ambientales

<sup>458</sup> Valores límite biológico

Al margen de los riesgos toxicológicos por exposición a pesticidas, existe otro tipo de riesgos derivados de la posibilidad de que los animales porten alguna enfermedad, suponiendo un riesgo biológico durante la preparación de la pieza y la estabilización<sup>459</sup>. Otro tipo de riesgos que supone la manipulación de estas piezas deriva de que algunas personas pueden tener reacciones alérgicas al pelo, plumas, caspa o excrementos de insectos. Y los especímenes con espinas o púas, espolones, astas, garras, cuernos y picos largos, pueden causar lesiones físicas durante su manipulación (NPS, 2005).

### **Tipos de contaminantes y sus efectos sobre el organismo**

Un tóxico es una sustancia que puede producir algún efecto nocivo sobre un ser vivo, alterando sus equilibrios vitales (Hernández, 2010). Algunas sustancias constituyentes del organismo pueden ser tóxicas en concentraciones superiores a las fisiológicas, pero aquellas que son compuestos extraños que proceden del exterior se conocen como xenobióticos (Hernández, 2010).

Las toxinas que afectan al organismo se clasifican en orgánicas (alcohol, medicamentos o drogas) e inorgánicas, que comprenden los metales pesados que el cuerpo humano no puede eliminar<sup>460</sup> (Valadés, 2015).

#### Pesticidas orgánicos

Los pesticidas pueden dañar los objetos de la colección y ser nocivos para el ser humano, pero este efecto puede no evidenciarse hasta el paso de varios daños (Miller, 1991).

En los museos han sido utilizados numerosos pesticidas como el DDT, la esencia de Mirbana, el naftaleno (naftalina), diclorvos (tiras de Vapona) o el p-diclorobenceno (AP) (Miller, 1991) entre otros.

Todos estos son potencialmente peligrosos (Miller, 1991). El contenido de cloro en compuestos como el DDT<sup>461</sup>, lindano y PCP<sup>462</sup> tiene un efecto neurotóxico. El PCP también es cancerígeno y se sospecha que el DDT también pudiera serlo (Tello, Jelen y Unger, 2005).

Muchos expertos cuestionan la eficacia, por ejemplo, de la naftalina. El paradiclobenceno se conoce por suavizar algunos plásticos y resinas, y por deteriorar plumas, cuero, tintes y bronce. Forma un gas de cloro cuando se encuentra en recipientes cerrados que posiblemente da lugar al blanqueamiento de especímenes (Miller, 1991).

Otros plaguicidas son aún más peligrosos y deben ser empleados únicamente por exterminadores certificados y en cámaras de fumigación. Estos incluyen el *óxido de etileno* que puede desprender gases tóxicos durante diez años, el *bromuro de metilo* que puede dañar el caucho, las pieles, plumas, cueros, lanas y otras fibras de pelo), y el *fluoruro de sulfurilo* que puede dañar los metales. (Miller, 1991).

---

<sup>459</sup> La estabilización es la detención del deterioro activo de un espécimen y la reducción al mínimo los riesgos de pérdida, daño o trastorno del espécimen y su información asociada (NPS, 2005).

<sup>460</sup> Éstos suelen saturar nuestro sistema linfático o acumularse en depósitos grasos o piedras de calcio en diferentes tejidos del organismo, sin que éste pueda eliminarlos de manera autónoma.

<sup>461</sup> Dicloro Difenil Tricloroetano

<sup>462</sup> Pentaclorofenol

### Métales pesados

Gran cantidad de piezas naturalizadas presentan en su composición metales pesados.

El término “metal pesado” hace referencia a aquellos elementos químicos metálicos que tienen una densidad relativamente alta y que son tóxicos o venenosos en concentraciones pequeñas. (Field, s.f.). No hay un consenso de cuáles son los metales pesados pero en ese baile de elementos se encuentran el Arsénico, el Plomo, el Mercurio el Cadmio o el Cromo.

Los metales pesados que pueden haberse empleado en ejemplares naturalizados y que afectan al organismo humano en mayor medida son:

- **Arsénico** Puede encontrarse en las formulaciones de las pinturas, producción de vidrio (Valadés, 2015), como colorante verde para cubiertas de libros, telas y sedas en el siglo XIX (Miller, 1991). Se halla, además, como componente del jabón arsenical (empleado para lubricar y desinfectar el interior de las pieles de aves y mamíferos pequeños).

La presencia de arsénico puede estar también ligada al uso de pigmentos rojos y amarillo arsenificados (rejalgar,  $As_4S_4$ , oropimente,  $As_2S_3$ ). (Pequignot, 2008) presentes en las policromías de los especímenes naturalizados.

Los compuestos arsenicales pueden pasar a estado gaseoso si se dan condiciones fuertemente reductoras, transformándose en hidruro de arsénico o Arsina ( $AsH_3$ ), altamente tóxico (Oleart, Pou, Rabassó y Sanz, 2011).

Daños: Afecta a la piel, al sistema respiratorio, neurológico y cardiovascular. También está asociado al cáncer de pulmón, riñón, hígado, vejiga y piel (Valadés, 2015). Aunque el riesgo que representa el arsénico depende de la toxicidad y naturaleza química de cada compuesto, que tiene que ver con la capacidad que tiene para penetrar en el organismo (Beaulieu, 2011).

Durante una restauración, la exposición por inhalación es la más probable, por la presencia de gases de arsina y/o partículas de diámetro inferior a  $100\text{ }\mu\text{m}$ ?. También se puede producir una intoxicación por vía oral, ya que el polvo de arsénico puede ser vehiculizado por las manos, la ropa o/y el pelo pudiendo ser finalmente ingeridos (Beaulieu, 2011).

- **Plomo** En los especímenes naturalizados el blanco de plomo se ha utilizado en las pinturas blancas de las bases y en algunos pájaros en los s. XIX y XX (Pequignot, 2008). Esta utilización ha podido ser confirmada por la autora de la tesis doctoral, como se verá posteriormente en el análisis de la policromía de un águila real naturalizada.

También está presente en pesticidas, juguetes (como los famosos soldaditos de plomo) y en cerámicas y cristal (y aún hoy en día en pinturas) (Miller, 1991). Pero también se ha utilizado como insecticida a base de arseniato de Plomo ( $AsO_3Pb_3$ ) en las colecciones del XIX (Pequignot, 2008).

Daños: causa problemas en el desarrollo de los órganos del feto en mujeres embarazadas, daños al sistema nervioso central, riñones, sistema reproductor y en el tracto gastrointestinal. Es una causa de problemas de infertilidad y de abortos (Valadés, 2015).

- **Mercurio** Se ha utilizado aplicado como lámina para realizar espejos en el siglo XIX y como fungicida en las pinturas de las paredes del interior de las casas (Miller, 1991).

En enero de 2013, ciento cuarenta países firmaron el Convenio de Minamata en el que se reconoce la grave amenaza para la salud de este elemento y se acuerda realizar esfuerzos para eliminarla de la economía global (Bell, Digangi y Weinberg, 2014).

Está presente en especímenes coloreados con pinturas rojas y/o naranjas, que hace pensar en el uso del pigmento bermellón (sulfuro de mercurio, HgS) (Pequignot, 2008)

- **Cadmio** Es utilizado en fertilizantes agrícolas, pinturas (gran cantidad de pigmentos incluyen el cadmio en su formulación, etc. (Valadés, 2015).

Daños: Afecta a riñones, pulmones, hígado, huesos y cerebro. En altas dosis, provoca vómito, diarrea e irritación en estómago y pulmones. La exposición prolongada se ha asociado con cáncer de pulmón e hipertensión (Valadés, 2015).

- **Cromo:** Se ha utilizado principalmente en la industria del metal para hacer cromados y en la textil, en los curtidos de pieles. También en la joyería y como pigmento en pintura (amarillo y naranja de cromo).

Daños: En función del tipo de isótopo resulta altamente tóxico o no (valencia). El cromo trivalente que es un nutriente esencial para el organismo puede resultar tóxico en grandes dosis. El cromo hexavalente resulta mucho más tóxico: en contacto con la piel puede provocar reacciones cutáneas. También puede causar trastornos si es inhalado como irritación y sangrado de nariz. Otros trastornos más graves van desde problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones y el hígado, alteración del material genético o cáncer de pulmón (Lenntech, s.f.). La ventaja frente a otros metales pesados es que rápidamente se convierte en Cromo III reduciendo su toxicidad.

Por todo lo indicado, deben tomarse ciertas medidas a la hora de manipular dichas colecciones. Estas medidas, a grandes rasgos, son:

- Identificar los agentes tóxicos a los que se está expuesto: señalar las piezas o aislarlas, elaborar registros y bases de datos de los productos encontrados y empleados.
- Tomar medidas preventivas para evitar la intoxicación, de protección individual y colectiva.
- Analizar nuestro organismo para medir los grados de exposición
- Medidas curativas y de desintoxicación: por medio de la alimentación/ paquetes desintoxicantes u otros tratamientos.
- Eliminación si es posible de los metales pesados de dichas colecciones y sustitución por otros productos o metodología<sup>463</sup>.

---

<sup>463</sup> Este punto se verá en el capítulo de limpieza

En este trabajo se hará hincapié especialmente en los metales pesados, ya que actualmente son las sustancias que más preocupación generan en el entorno museístico por su carácter acumulativo en el organismo humano.



## 13.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES TÓXICOS EN LAS COLECCIONES DE AVES Y MAMÍFEROS

Cómo ya se ha comentado, la preocupación por la fuerte y peligrosa presencia de tóxicos en los museos está llevando a las distintas comunidades implicadas al estudio de sus colecciones.

La mayoría de los investigadores coinciden en la necesidad de hallar métodos de análisis no destructivos y que sean efectivos, ya que numerosos museos carecen de registros sobre los pesticidas usados históricamente (Nason, 2001).

En estas búsquedas se deben tomar muestras tanto de carácter sólido, en forma de partículas, así como aéreas (gases).

Es importante tener en cuenta la manera y lugar exacto del que se toman las muestras ya que de ello dependen los resultados. Las pruebas localizadas revelan sólo la presencia o ausencia puntual de un plaguicida/preservativo, pero una sola lectura negativa en un lugar específico no significa que el objeto analizado no sea portador de sustancias tóxicas (NMNH, 2010).

Los métodos de identificación de residuos son útiles también para determinar la historia de una pieza. Por ejemplo, en análisis de grupos o parejas, cuando se obtiene una medición desigual de cada espécimen, se puede pensar que los especímenes fueron reunidos únicamente con intenciones expositivas a posteriori, pero no formaban un conjunto desde el origen (Bacon, Garret, Harter y Bolton, 2011).

Por otra parte, pueden aparecer también lecturas diferentes en las distintas partes del cuerpo del espécimen, fruto de la aplicación desigual del preservativo. Por ejemplo, las cabezas de las aves proporcionan lecturas muy altas y esto puede deberse a que se aplicaba más conservador a fin de eliminar el exceso de humedad derivado de una limpieza deficiente de la cavidad craneal, ya que resultaba difícil eliminar todos los restos del cerebro y del tejido muscular de la calavera, con lo que se hacía necesaria la aplicación de mayor cantidad de producto (Harman, comunicación personal 2009; Van Grouw, comunicación personal 2009, citados por Bacon et al., 2011).

Los protocolos para identificar/detectar la presencia de metales pesados como arsénico o mercurio están bastante desarrollados (Pfister, 2009). Para la detección, por ejemplo de arsénico, existen varias técnicas (Sirois y Sansourcy, 2001 citado por Marte, Pequignot y Von Endt, 2006), pero muchos museos no pueden optar a emplearlas dado su alto coste (Marte et al., 2006). El uso de análisis instrumental implica recursos económicos elevados y la participación de personal especializado, como químicos o analistas. Se debe planificar bien el trabajo para aumentar el rendimiento del equipo multidisciplinar (Pfister, 2009).

El estudio de biocidas del tipo carbamatos y tiocarbamatos, organofosfatos y los compuestos que contienen azufre necesitan de una investigación en mayor profundidad para obtener resultados fiables (Pfister, 2009). Esto mismo ocurre con la prueba para detectar iones cloruro a fin de identificar plaguicidas organoclorados (Odegaard y Sadongei, 2005, citado por Pfister, 2009).

La sensibilidad de algunos métodos de análisis debería mejorar, especialmente aquellos métodos más económicos. Además los métodos de muestreo deberían estar normalizados para poder comparar los resultados de unos museos y otros (Pfister, 2009).

Los estudios para detectar otras sustancias distintas al arsénico y al plomo no están desarrollándose y actualmente este tipo de pruebas son complejas y no concluyentes (NMNH, 2010).

Antes de realizar cualquier tipo de examen, debería estudiarse la documentación existente sobre el espécimen que se esté investigando (Marte et al., 2006).

Puede ser útil para encontrar información sobre los pesticidas presentes en el museo, revisar todos los registros de compra o donaciones, los inventarios químicos existentes actuales y antiguos, las notas de campo de los colectores, los métodos de preparación y los tratamientos de conservación aplicados. También debe revisarse la bibliografía al respecto y entrevista con el personal antiguo y actual del museo.

También otra fuente de información sobre los tóxicos empleados son las etiquetas de los productos químicos presentes en el museo. Si no existen registros escritos, consultar con el antiguo personal del museo puede aportar una pista *grosso modo* sobre las sustancias que pudieran haberse utilizado; pero debe tenerse precaución con esta información, porque a veces puede no ser del todo precisa (Nason, 2001).

Con respecto a la naturaleza de este tipo de productos, pueden aportar información de interés las hojas de datos de seguridad de los materiales específica de cada fabricante. Las fuentes de productos genéricos no son tan útiles ya que cada producto presenta su propia formulación. (Makos, 2001).

### **Tipos de exámenes**

Los métodos de análisis para identificar biocidas varían en función de la finalidad de la investigación y las limitaciones que se puedan producir, como la precisión requerida, el tipo de muestras, el tiempo y los recursos económicos de los que se disponga (Pfister, 2009).

La mayoría los análisis presentados son no destructivos y en el caso de toma de muestra, no serían destructivos, ya que se suele hacer de la superficie del espécimen o de los materiales adyacentes.

Existen múltiples métodos, pero en la presente tesis doctoral solo se presentarán los más utilizados y precisos, además de los más económicos.

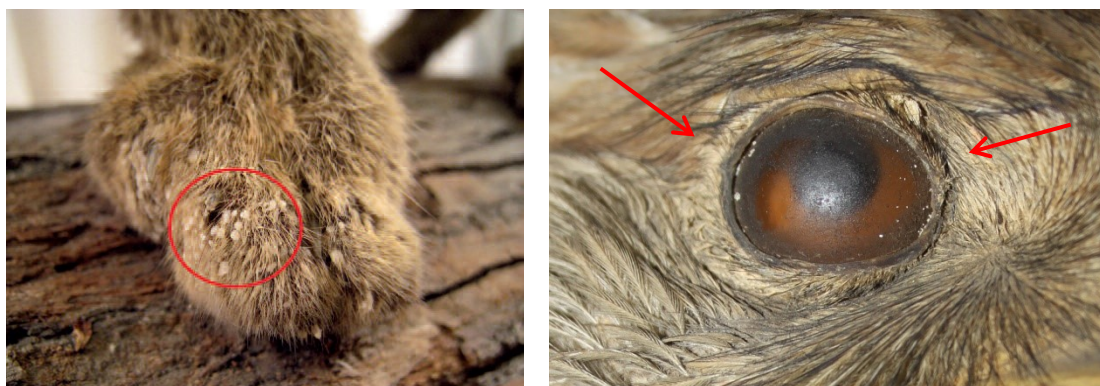
### **Métodos utilizados en el análisis de los agentes tóxicos.**

#### **Examen organoléptico**

Consiste en buscar evidencias físicas de biocidas en la colección o/y el espécimen por medio de un estudio visual, olfativo y táctil. También el estado de conservación de la pieza es un indicativo. Si el espécimen no muestra signos de infestación biológica lo más probable es que haya sido tratado con sustancias tóxicas, aunque a la inversa no tiene por qué ocurrir necesariamente. (Pfister, 2009).

Para detectar el arsénico, primeramente se realiza un examen visual del espécimen y se busca la presencia de un polvo blanco. El arsénico aplicado dentro de la piel puede migrar hacia el exterior y

reaparecer como depósitos de polvo blanco o cristalinos (Péquignot, Endt Von y Marte, 2006, citado por Pfister, 2009). Este polvo suele encontrarse en la base del pelo y las plumas, alrededor de los ojos, en la base de las orejas, alrededor de la boca o el pico y sobre las almohadillas de las patas. La ausencia de indicios no significa que el espécimen no haya sido tratado con arsénico (Marte et al., 2006).



**Figura 203. Depósitos de arsénico en la pata de un gato (A) y en el ojo de un águila (B)**

También pueden detectarse plaguicidas a través de la constatación de ciertos los fenómenos de alteración que producen en los objetos, como las manchas grises oscuras en las tablas de herbario, que podrían indicar la presencia de compuestos a base de mercurio (Hawks, Makos et al, 2004 citado por Pfister, 2009). Las manchas de hongos y de mercurio son distinguibles y visibles al microscopio (Pfister, 2009).

Bajo luz UV también puede detectarse cloruro de mercurio, debido a que produce fluorescencia. Estas manchas se distinguen de las producidas por humedad (hongos) porque las primeras no son visibles a la luz del día y las segundas sí (Purewal, 2008, citado por Pfister, 2009).

Algunos biocidas, como el DDT dejan residuos en forma de polvo o cristalinos. (Sadongei y Odegaard, 2005, citado por Pfister, 2009). Bajo ciertas condiciones ambientales, el naftaleno y paradiclorobenceno pueden recrystalizar (Kelman, 1999, citado por Pfister, 2009). El lindano, utilizado especialmente para conservar insectos, se presenta en forma de cristales visibles en la parte inferior de las cajas de éstos (Minet, 2008, citado por Pfister). Aunque este fenómeno también se puede producir con otras sales solubles utilizadas en los procesos de preparación de la piel como las sales de cromo, alumbre o cloruro sódico (Vallee, 2000 citado por Pfister, 2009).

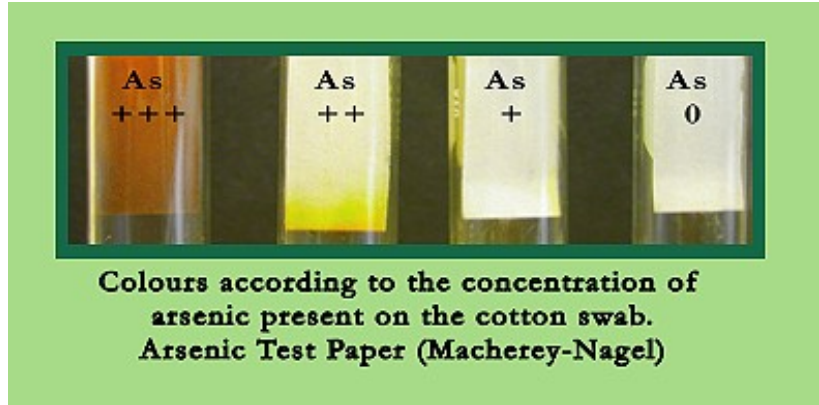
Algunos pesticidas pueden ser percibidos por su olor, como el naftaleno, el paradiclobenceno o la esencia de mirbana (Odegaard y Sandogei, 2005; Picot y Grenouillet y Archieri, 1992, citados por Pfister, 2009)

Para complementar o confirmar estos hallazgos, se pueden realizar pruebas microquímicas y/o análisis instrumental (Pfister, 2009).

#### Spot tests (análisis puntuales o a la gota)

El Kit de detección de arsénico diseñado por Merckoquant (Test de arsénico con referencia 1.10026.0001) ha sido desarrollado para un uso en muestras líquidas o para material biológico

En la investigación llevada a cabo por Fernando Marte, Amandine Pequignot y David W. Von Endt en 2006, se comparaban dos spot tests (The Weber's test<sup>464</sup> y el Kit desarrollado comercialmente por Marcherey Nagel<sup>465</sup>) con otras pruebas más precisas (y más costosas), el ICPMS<sup>466</sup>, XRF y SEM-EDX, a fin de comprobar la idoneidad de los primeros, que resultan más económicos.



**Figura 205. Spot test Macherey-Nagel**

Ambas pruebas son adecuadas y muy sensibles para detectar arsénico. La prueba de Weber proporciona resultados más rápidamente, pero requiere de formación previa en el manejo de reactivos. La prueba del papel (Kit de Marcherey Nagel) es más fácil de usar pero es más lento ya que se tarda 30 minutos en obtener los resultados (Marte, Pequignot, Von Endt, 2006).

Sin embargo algunos compuestos como el arseniato de plomo son insolubles en agua y en ácido clorhídrico HCl, y no se detectarían por un procedimiento de ensayo cómo éste, pero al ser soluble en

<sup>467</sup> En el estudio llevado a cabo por Barbara Hamann, a la muestra introducida en agua desionizada se le añadió ácido clorhídrico (HCl) y Zinc (Zn), y se introdujo la tira de medición del test, esperando 15 min. para ver el resultado.

álcalis cáusticos (Budavari 1996, citado por Hamann, 2006), se podría aplicar un análisis a la gota (spot test) que emplee hidróxido de potasio (Hawks y Williams 1986, Knapp 2000, citados por Hamann, 2006).

#### **Análisis Instrumental**

Para detectar residuos inorgánicos potencialmente tóxicos como el Arsénico (As), el Plomo (Pb) y el Mercurio (Hg) existe una amplia gama de técnicas analíticas (Pequignot, 2008).

##### Espectrómetro portátil de fluorescencia de RX

Este equipo fue desarrollado originalmente para fines industriales y comerciales, pero se emplea en los museos por su carácter no invasivo, velocidad y facilidad de uso. (Bacon et al., 2011). Esta técnica de análisis se utiliza cuando se quiere saber si un gran número de especímenes están contaminados con metales pesados (Palmer, 2001 citado por Pfister, 2009).

Gracias a su carácter no destructivo y a la portabilidad del equipo, se utiliza con frecuencia en el ámbito del patrimonio cultural. La fluorescencia de RX portátil se ha utilizado comúnmente para estudiar la pintura a base de plomo y por ello es ideal para buscar metales pesados sobre y en el interior de los objetos (Makos, 2001).

Es frecuente la utilización, por parte de muchos museos, de la Fluorescencia de Rayos X a fin de detectar la presencia de arsénico y mercurio principalmente, aunque esta tecnología se está desarrollando a fin de detectar otros elementos.

Se pretenden encontrar métodos de análisis que no sean destructivos, que resulten eficientes en tiempo y coste, que tengan un manejo sencillo y proporcionen datos fiables. El estudio con XRF puede reunir estas características. Puede proporcionar los datos de lectura ofreciendo no solo datos cualitativos de la presencia del tóxico sino una escala relativa de los niveles de residuos encontrados (Nason, 2001).

Esta técnica de análisis también permite, por tanto, poner en evidencia la distribución desigual de estos elementos en los especímenes estudiados (Pequignot, 2008).

El instrumento portátil de XRF llamado "nómada" permite estudiar directamente las colecciones que se exhiben en vitrinas o que están almacenadas, limitando el movimiento indeseable de objetos que se encuentran en ocasiones en mal estado o son difíciles de transportar dado su volumen.

Este aparato portátil proporciona resultados semi cuantitativos pero permite tener un orden de magnitud en cuanto a la concentración de los elementos detectados.





**Figura 206. Espectrómetro portátil**

Los aparatos con detector de silicio como el Innov-X Omega Xpress proporcionan mejor resolución de lectura, reduciendo el tiempo de la prueba. También este equipo permite detectar elementos más ligeros como el aluminio, el calcio y el silicio, pudiendo identificar con facilidad elementos compositivos como papel maché o arcilla (Bacon, Garret, Harter, y Bolton, 2011).

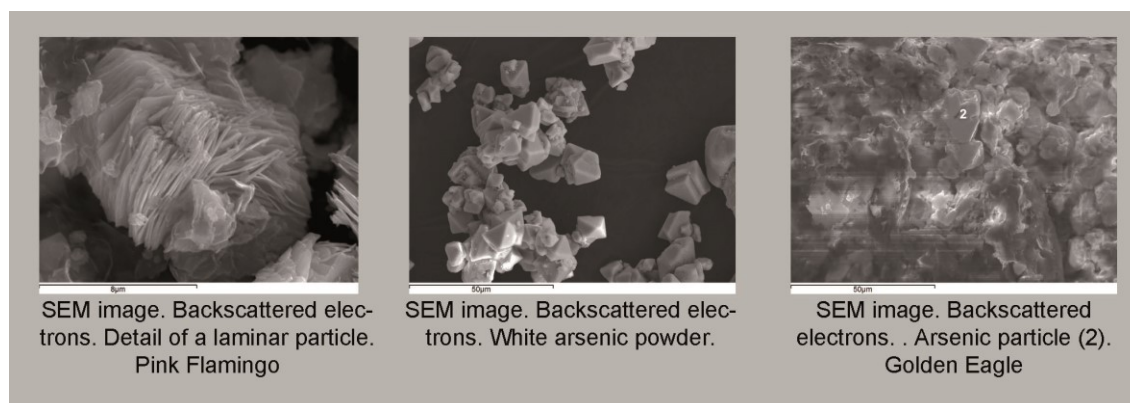
La técnica puede ayudar a la identificación de otros elementos compositivos presentes en los especímenes como cargas, los materiales de la armadura (hierro, cinc) o pigmentos. (Bacon et al., 2011).

En algunos casos se puede detectar por ejemplo el mercurio en patas y pies. Esto puede indicar que se han pintado con un pigmento a base de mercurio como el bermellón (sulfuro de mercurio  $HgS$ ). (Bacon et. al, 2011).

#### Otros métodos analíticos que requieren instrumentación

La microscopía electrónica de barrido junto con la técnica de dispersión de energía de rayos X (SEM-EDS) permite el estudio a nivel elemental de una muestra (Pfister, 2009). Por otro lado se puede ver la morfología de las partículas analizadas, que en algunos casos puede aportar datos reveladores sobre el compuesto. Se suele combinar con FTIR (Espectrometría infrarroja por transformada de Fourier) para confirmar estos compuestos o estudiar compuestos orgánicos (Pfister, 2009). Todas estas técnicas han sido utilizadas en el estudio de policromías y preservativos de un águila real y un flamenco rosa (Gil et al., 2014).





**Figura 207. Distintas morfologías de arsénico vistas con MEB**

Los métodos de espectrometría atómica (AAS (espectrometría de absorción atómica) e ICP-MS) se usan con frecuencia para detectar la cantidad de arsénico, mercurio y plomo en museos pequeños (Pfister, 2009).

La técnica de análisis de ICP-MS (Espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo) permite el estudio de elementos no metálicos como el cloro, el bromo, yodo o azufre. También existen aparatos portátiles. (Pfister, 2009).

La cromatografía en fase líquida a alto rendimiento (HPLC) y cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS) permite identificar y cuantificar los compuestos de los biocidas orgánicos (Sirois y Sansoucy, 2001, citado por Pfister, 2009).

En 2001, en un estudio piloto realizado sobre métodos no destructivos de análisis, se utilizó por ejemplo cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC-MS) para analizar los vapores de pesticidas orgánicos volátiles como naftaleno, paradiclorobenceno, y dichlorovos (Sirois, 2001).

#### Métodos de muestreo de superficie

Las pruebas de muestreo de superficie también denominadas de limpieza muestran que los residuos pueden ser eliminados y transportados a través de la manipulación. Si en las pruebas de muestreo de aire estos residuos no se identifican, significa que éstos no han pasado al aire (Nason, 2001).

El método de muestreo más común consiste en realizar un barrido de superficie mostrando un patrón Z o S en una plantilla de área de acción (100 cm<sup>2</sup> o 1 ft<sup>2</sup>) y en función de la superficie aplicando el uso de los distintos medios de recogida que se han seleccionado para la mejor adherencia en la superficie en cuestión. (Makos, 2001).

Los distintos medios de recogida van suponer retirar el polvo con una toallita húmeda, un hisopo, tomar del polvo residual de los guantes, utilizar un papel de filtro Whatman o una gasa, por lo general humedecido con agua desionizada, alcohol u otro disolvente (por ejemplo, hexano sobre una gasa para el DDT y sus isómeros), etc. (Makos, 2001).

La elección del medio de recogida es fundamental para realizar una detección precisa, ya que cada uno tiene sus propios límites de detección y precisión (Found y Helwig, 1995, citado por Makos, 2001).

Además, la elección del método debe tener en cuenta el tipo de objeto que vaya a examinarse, de manera que los utensilios de muestreo no se descompongan durante la toma de muestra (el muestreo) y que no afecte al objeto (Makos, 2001).

Algunos métodos de muestreo estándar de superficie pueden afectar negativamente al objeto, y pueden necesitar ser modificados debido a esto. Por ejemplo, se suele utilizar alcohol isopropílico o agua desionizada para humedecer el papel de filtro, pero el alcohol puede dañar superficies durante el secado y el agua puede deteriorar, por ejemplo, objetos de madera. Algunas toallitas comerciales contienen productos que dañan los objetos, como los surfactantes. (Makos, 2001). Por ello, en el muestreo se debe tener cuidado para evitar dañar y perder colorantes, pigmentos, marcas importantes, o materia orgánica residual de importancia cultural. (Makos, 2001).

#### Muestreo del aire

No todos los pesticidas son fácilmente muestreables por toallitas de superficie, como por ejemplo aquellos que han sublimado o han arraigado en el objeto como el naftaleno o el paradiclobenceno. Otros pesticidas como aquellos a base de azufre o los derivados de la degradación orgánica natural de las sustancias orgánicas pueden liberar al ambiente gases tóxicos a base de azufre (Makos, 2001).

Las bolsas estancas de muestreo sirven para enclaustrar los objetos en un espacio que permita la acumulación de los gases alrededor del objeto, que posteriormente son recogidos y analizados (Makos, 2001).

Existen instrumentos de lectura directa como el analizador de vapor de mercurio (El modelo Jerome 431-X de Arizona Instruments es una versión fiable). Tiene un accesorio de vara que puede medir con facilidad las concentraciones de vapor dentro de los gabinetes y también se puede utilizar en la medición de objetos individuales contenidos en bolsas.

Otros equipos que pueden emplearse son los analizadores de infrarrojos portátiles y los GC-MS<sup>468</sup> portátiles, aunque son caros y con un mantenimiento alto. (Makos, 2001).

Se puede realizar el muestreo del aire utilizando un gran ventilador oscilante para levantar cualquier partícula que esté asentada y se recogen las muestras a través de una bomba de muestreo de flujo medio (a 2,5 litros x minuto) (Nason, 2001).

Se debe determinar si las pruebas de muestreo arrojan valores dentro de los límites de exposición permisibles TWA de ocho horas<sup>469</sup>, que van desde menos de 0,1 a menos de 0,2 µg / m<sup>3</sup> para el arsénico (PEL<sup>470</sup> = 10); menos de ocho a menos de 15 µg / m<sup>3</sup> para el plomo (PEL = 50); y, desde menos de 0,03 µg / m<sup>3</sup> a menos de 0,06 µg / m<sup>3</sup> para el mercurio (PEL = 10). (Nason, 2001).

La dosimetría pasiva es una técnica capaz de medir distintos gases como el ozono, amoníaco u otros a través de unos dispositivos denominados dosímetros que incorporan, bien un medio apropiado

<sup>468</sup> Gas Chromatography–Mass Spectrometry

<sup>469</sup> Medias ponderadas de 8 horas (TWA). Son un valor medio de exposición durante un turno de 8 horas.

<sup>470</sup> Límite de exposición permisible. Es la cantidad máxima o concentración de un producto químico a la que un trabajador puede estar expuesto según las normas de la OSHA (Administración de seguridad y salud ocupacional). Disponible en <http://www.lenntech.es/periodica/salud/efectos-salud.htm>

absorbente (que requiere análisis de laboratorio), o un material reactivo en el que se produce un cambio colorimétrico, o una mancha de una longitud mayor o menor que es medida en mm. Tanto el cambio colorimétrico como la longitud de la mancha se pueden contrastar con una tabla de referencia estándar. La sensibilidad de la mayoría de estas pruebas ha aumentado últimamente, convirtiendo a esta técnica en un método fiable y válido para el estudio de muchos vapores y gases (no partículas). (Makos, 2001). Pero al requerir de un flujo de aire, no son operativos para lugares estancos como cajas de almacenaje o bolsas. (Makos, 2001).

El estudio del aire en algunos locales del museo-jardín de Ciencias de Dijon por medio de cromatografía (GCMS y HPLC) permitió cuantificar algunos compuestos orgánicos volátiles como los aldehídos, con una tasa superior a los valores límites de exposición permisibles propuestos por la Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo (AFSSET, citado por Pfister, 2009).

El conjunto de las muestras de aire y de la superficie se pueden analizar a continuación por espectrometría de emisión óptica (ICP-OES<sup>471</sup> (Beaulieu, 2011).

El polvo de las superficies y del interior del espécimen se puede diseminar bajo el efecto de las distintas vibraciones y contaminar las superficies circundantes, pero si las partículas son demasiado gruesas no pueden permanecer en suspensión ni ser desplazados por una ligera corriente de aire con lo que, en este caso, no presentarían riesgo por inhalación pero si táctil. Este tipo de compuestos no aparecerán en los análisis del aire, pero si en los de superficie (Beaulieu, 2011).

También, para conocer el poder contaminante del espécimen, éste puede ser introducido en una bolsa térmica fabricada con una película impermeable termosellada para dejar que se concentren los gases en su interior y los polvos tóxicos. Tras tres semanas se bombea el aire del interior de la bolsa a través de una corriente que pueda vehiculizar el polvo y los gases. El aire sustraído se hace pasar por una serie de filtros que retienen las partículas de arsénico gaseoso y la arsina. Así mismo se pueden limpiar las paredes de plástico de la bolsa con la ayuda de un filtro sin ceniza humidificado con H<sub>2</sub>O desionizada para recuperar las partículas que hayan sido atraídas al plástico por un fenómeno electroestático. (Beaulieu, 2011).

### Contaminación de otras piezas

En algunas ocasiones se ha detectado la contaminación por tóxicos (trazas de arsénico o mercurio entre otros) en piezas que no habían sido tratadas con pesticidas. (Pfister, 2009, p. 28).

Por ello, para valorar si se trata de una contaminación, o de la distribución desigual del preparado desinsectante en el objeto, es preferible realizar el muestreo en varias áreas del espécimen.

Si se analizan 17 puntos constantes sobre todo el objeto en diversos especímenes se puede estudiar la distribución del elemento dentro del objeto y generar un perfil arsenical que revele las zonas de fuerte concentración. En los estudios realizados con XRF se ha constatado que el arsénico se localiza

---

<sup>471</sup> Inductively Coupled Plasma Optical Emission

principalmente en la cabeza del ave, en el pecho y la espalda. Además, en las alas se pueden observar cantidades desiguales, estando las partes superiores más arsenificadas que las extremidades. Esta distribución concuerda con los procedimientos de preparación de pieles con jabón arsenical descrito en los manuales de taxidermia de los siglos XIX y XX (Pequignot 2001, citado por Pequignot, 2008).

En los especímenes de reciente naturalización que presentan un patrón de distribución de arsénico diferente, más homogéneo con una presencia débil localizado sobre toda la superficie del objeto, se pueden barajar diferentes hipótesis, como por ejemplo que hayan recibido un tratamiento con pesticidas a base de arsénico durante su almacenaje o que se hayan contaminado los especímenes por el sistema de ventilación o por la manipulación de especímenes contaminados en una zona próxima (Pequignot, 2008).

Estas cuestiones pueden determinarse analizando las paredes y suelos de los locales donde se encuentran almacenados los especímenes y, si el resultado es positivo mostrando los mismos valores que el espécimen, significará que éste se ha contaminado (Pequignot, 2008).

Por estas razones, las zonas de muestreo prioritarias deben ser la cabeza, la espalda y el vientre, para obtener resultados significativos por medio de métodos simples de muestreo como son los spot tests.

Pero se debe tener cuidado al interpretar los datos ya que, por ejemplo, el arsénico puede tener orígenes diversos (curtido, tratamientos insecticidas o pigmentos) aplicados y localizados de manera diversa en el espécimen. La naturaleza del tóxico, del objeto, el tiempo y los parámetros de conservación influirán en el comportamiento y la liberación de los tóxicos hacia la superficie del objeto (Pequignot, 2008).

Todos estos descubrimientos desprendidos de los análisis plantean cuestiones acerca de la gestión y el uso de las colecciones, como es la incorporación de nuevos objetos libres de tóxicos que puedan contaminarse, la accesibilidad a los locales y la protección del personal, la limpieza o desempolvado de estos especímenes en locales a menudo no adaptados para ello, los préstamos a otras instituciones y las contaminaciones que se puedan producir en estos préstamos y la exposición de estas piezas (Pequignot, 2008).

#### Errores y problemas de interpretación de los resultados de las pruebas

Podría presentarse la duda sobre si la sustancia tóxica encontrada es producto de una contaminación o fue aplicada en el espécimen con fines de evitar ataques de insectos u hongos; también puede dudarse sobre si los tóxicos se aplicaron en la parte externa o en el interior y han experimentado una migración. Por otro lado, los productos tóxicos pueden haberse aplicado de manera general sobre toda la pieza o únicamente a partes de la pieza más susceptibles de ataque.

Por otra parte, los materiales tóxicos están presentes en el espécimen no sólo como un elemento biocida sino también, por ejemplo, como parte de la policromía. Esta circunstancia se da cuando se aplican pigmentos que contienen arsénico o mercurio. La presencia de mercurio en lecturas de XRF en las zonas de la cabeza, por ejemplo alrededor de los ojos, puede deberse al uso de pigmentos con

tonalidades rojas como el a base de bermellón (sulfuro de mercurio,  $\text{HgS}$ ). La presencia de arsénico en esas mismas zonas puede deberse al empleo de pigmentos anaranjados o amarillos de arsénico, como el (rejalgar  $\text{As}_4\text{S}_4$  y el oropimente  $\text{As}_2\text{S}_3$ ). (Pequignot, 2008).

Con la posibilidad de detectar con el XRF portátil elementos débiles como el azufre ( $Z=16$ ) o el cloro ( $Z=17$ ), ya que actualmente no puede detectarlos correctamente, o por medio de un análisis de difracción de rayos X (XRD), se podría aclarar el origen del mercurio y el arsénico en las áreas de color. (Pequignot, 2008).

Los exámenes a través de spot tests plantean dificultades de interpretación, en las zonas de policromía por la interferencia de pigmentos arsenicales para detectar residuos de plaguicidas a base de arsénico. (Hamann, 2006).

El potencial de los pigmentos que contienen arsénico como el verde esmeralda ( $\text{Cu}_4(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2(\text{AsO}_2)_6$ ), oropimente ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ) y rejalgar ( $\text{As}_2\text{S}_2$ ) para interferir con el análisis de plaguicidas mediante espectroscopia de fluorescencia de rayos X también ha sido señalado por Sirois y Sansoucy, 2001, citado por Hamann, 2006).

En los estudios, el plomo puede aparecer con un valor muy alto en las peanas, posiblemente porque estas estén pintadas con blanco de plomo ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ). También se puede detectar plomo en los especímenes, bien debido a un tratamiento insecticida a base de arseniato de plomo ( $\text{AsO}_8\text{Pb}_3$ ), utilizado comúnmente en las colecciones en el siglo XIX, o porque el espécimen se haya contaminado del polvo derivado de la peana (Pequignot, 2008).

Pero, por otro lado, los resultados negativos, (por ejemplo de arsénico) en la toma de muestras en la superficie de los especímenes a través de frotis puede deberse a la tendencia del arsénico a adherirse con fuerza a las queratinas (Hawks y Williams 1986, Bertholf 1985 citado por Hamann, 2006), pero no significan la ausencia de este elemento.

Además, el analizador XRF no puede identificar si el arsénico se produce en la superficie o en el interior del espécimen (Bacon et al., 2011). El método de montaje de la pieza también puede afectar a las lecturas con XRF, si la densidad del material de relleno es alta como la lana de madera, el papel maché o la arcilla (Bacon et al., 2011).

También el analizador XRF puede detectar hierro y zinc. En este caso podría plantearse la posible utilización de alambre de hierro galvanizado (Harman, com. personal 2009;... D. Smith, Preparador Principal, Museo de Victoria, Victoria, Australia, comunicación personal 2009, citados por Bacon et al., 2011).

También puede indicar la presencia de plomo, pero éste puede ser fruto de una soldadura de la armadura interna, lo que puede ser confirmado mediante la realización de una radiografía. Las plumas de las aves también pueden recoger la contaminación ambiental en las ciudades (Bacon y otros, 2011) o, por otra parte, pueden ingerir partículas con ciertos niveles de contaminación (Cross y Odegaard, 2009 citado por Bacon et al., 2011).

Muchos especímenes que han “encogido” presentan costuras abiertas y grietas en la piel, que son lugares potenciales de escape de arsénico. De estas zonas pueden tomarse, directamente muestras, de la zona donde se presume puede estar presente el arsénico (Bacon et al., 2011).

Por ello la toma de diversas muestras y el simultáneo de diferentes técnicas de análisis puede ser fundamental para poder realizar una interpretación más precisa de los resultados obtenidos.

### 13.3 PREVENCIÓN: MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE COLECCIONES

Una vez se ha determinado que una colección está contaminada, se deben seguir unos protocolos de manipulación y de gestión que implican la implementación de algunas medidas de seguridad básicas.

Se debe en principio distinguir entre las medidas de protección individuales, que implican a un solo sujeto, y las medidas de protección colectiva, que protegen la integridad física de varias personas, por ejemplo, en una habitación.

Dentro de estas medidas de seguridad aplicables se contempla minimizar los límites de exposición a los tóxicos de los trabajadores, reduciendo o dividiendo por ejemplo el tiempo de trabajo entre las diferentes tareas, llevando a cabo tareas de ventilación, utilizando equipos de protección colectivos e individuales y efectuándose una evaluación de riesgos de la salud (Pfister, 2009) como se verá más adelante.

Por otro lado se deben adaptar las medidas de protección a los tóxicos que se han identificado en la colección (Makos, 2001). Esto quiere decir que si una sustancia es propensa, por ejemplo, a penetrar por vía ocular, deberán protegerse de manera especial los ojos de los trabajadores.

Todos los objetos deben considerarse como peligrosos y ser manejados con precaución, utilizando los protocolos aplicables a la manipulación de sustancias tóxicas (NMNH, 2010).

Estas precauciones incluyen:

#### Protocolos de higiene personal y uso de guantes

Se recomienda usar guantes desechables para manipular materiales potencialmente tóxicos (Nason, 2001). Deben ser retirados evitando que las manos desnudas toquen su parte externa. Se desechan volviéndolos sobre sí mismos y echándolos al cubo de basura (Nason, 2001).

Se pueden usar guantes de látex (NMNH, 2010) o de nitrilo finos, por ejemplo, para trabajos de precisión. Debido a que estos guantes son caros, podrían volver a utilizarse si se lavan previamente. (Nason, 2001).

Las superficies que, tras tocar el espécimen, son tocadas a su vez, (como por ejemplo las escaleras de mano, pinceles, herramientas de limpieza, lápices y carpetas), deben ser consideradas también



contaminadas y se deben limpiar periódicamente para mantener la contaminación en niveles mínimos (Nason, 2001).

Se deben marcar los lápices y carpetas para su uso exclusivo con guantes (Nason, 2001).

Se deben aspirar los objetos contaminados con aspiradores con filtro HEPA pero ha de prestarse atención a la limitación de la contaminación exterior del aspirador y los accesorios (Nason, 2001).

#### Higiene personal

Se deben lavar las manos con agua antes de manipular las piezas (Nason, 2001), pero también deben lavarse con agua y jabón después, incluso después de haber sido retirados los guantes (NMNH, 2010).

También es fundamental ducharse después del trabajo (Le Dimet y Julien, 2002).

#### Ropa de protección

Para manipular los objetos se debe utilizar una bata de laboratorio completamente abotonada. La bata ha de retirarse al salir del área contaminada y debe almacenarse/colgarse en el lugar designado. (Nason, 2001). La ropa de protección se debe lavar después de cada uso, preferiblemente en el lugar de uso. Además se deben utilizar guantes y gafas (Le Dimet y Julien, 2002)

#### No llevarse cosas a la boca ni comer/beber/fumar

Se debe evitar el contacto de la pieza con la piel y las mucosas (Le Dimet y Julien, 2002) manteniendo las manos enguantadas lejos de la cara (ojos, boca y nariz) (Nason, 2001).

No se deben mordisquear los lápices ni otros elementos como las patillas de las gafas. No se deben consumir alimentos ni bebidas en el área donde se trabaje con los objetos contaminados. Hay que lavarse las manos con agua y jabón antes de comer y beber (Nason, 2001). Tampoco se puede fumar (Le Dimet y Julien, 2002).

Los objetos deben estar separados de los utensilios de comida, víveres, ropa y otros artículos que puedan ser ingeridos o usarse (NMNH, 2010).

#### Protocolos de limpieza de áreas de trabajo

Hay que mantener las áreas de trabajo limpias (Nason, 2001, p. 80).

Se deben almacenar las batas de laboratorio y los guantes de algodón en bolsas o cajas de polietileno después del uso hasta su limpieza (Nason, 2001, p. 80).

Hay que lavar/limpiar la mesa, las batas de laboratorio y el aspirador con sus boquillas, como ya se ha indicado, (Nason, 2001, p. 80).

Deben limpiarse los suelos de las zonas de trabajo con una mopa húmeda o un aspirador con filtro HEPA, mensualmente o tantas veces como sea necesario (Nason, 2001). Se deben mantener los locales en perfecto estado de limpieza, limpiándolos frecuentemente (Le Dimet y Julien, 2002).

#### Manipulación

Se deben manipular preferentemente los especímenes por su peana. (Le Dimet y Julien, 2002).

Debe evitarse, durante la exposición de la pieza contaminada, el contacto por parte del público, especialmente de los niños durante, por ejemplo, las animaciones pedagógicas. (Le Dimet y Julien, 2002).



**Figura 208. Talleres del MNCN para niños con animales naturalizados**

Se debe limitar el número de personas que manipule los especímenes potencialmente contaminados. (Le Dimet y Julien, 2002)

#### Informar si se descubren indicios de contaminación

Si se descubre cualquier indicio, como polvo blanco o cristalino se debe informar del hallazgo al conservador de la colección (Nason, 2001).

#### Uso de medidas de extracción y ventilación

Algunos objetos deben ser tratados en ambientes ventilados, con por ejemplo, una campana extractora (Nason, 2001). Para evitar la inhalación de polvos que contienen arsénico se debe trabajar bajo campanas de aspiración y usar mascarilla (Le Dimet y Julien, 2002).

Tienen que ventilarse los locales de almacenaje por el riesgo de emanación de arsina (Le Dimet y Julien, 2002).

#### Nuevas incorporaciones

Se deben testar las nuevas adquisiciones sobre la presencia de plaguicidas. Hay que identificar y etiquetar los objetos contaminados e introducir los datos de los objetos contaminados en la base de datos de la colección (Nason, 2001).

#### Restricciones de objetos al aire

No se deben dejar los objetos en vitrinas de exhibición que estén abiertas, fuera de las áreas aseguradas, así como que salgan del edificio a menos que sea aprobado por el administrador o conservador de la colección (Nason, 2001).

#### Señalización

Se deben colocar señales/cintas de advertencia de color rosa fuerte en las asas del carrito, en los pasamanos de escalera y otras superficies apropiadas para indicar las áreas donde deben usarse guantes. (Nason, 2001)

También se pueden marcar las zonas de los almacenes y laboratorios, como un tipo de protección colectiva, realizando un mapa de las distintas habitaciones contaminadas con por ejemplo, rojo para habitaciones muy contaminadas, amarillo para zonas medianamente contaminadas y azul para las habitaciones contaminadas con otros insecticidas menos tóxicos. Según el mapa, el personal adoptará unas medidas de seguridad acordes con el tipo y grado de contaminación de la habitación (Vingelsgaard y Schmid, 1986).

Para indicar los especímenes de las vitrinas que ya se sabe están contaminadas con arsénico, se puede, de manera individual, en la pieza, señalar los datos en una cartela, junto a los datos relevantes del espécimen y una copia impresa de los resultados con un código pintado con un color brillante, en rojo que puede significar altamente contaminado, amarillo que implica riesgo medio y verde para los especímenes que no presentan riesgo. Si además se han testando otros contaminantes como el mercurio, pueden marcarse en azul (Bacon et al., 2011).



**Figura 209. Etiqueta señalando la presencia de arsénico**

También pueden identificarse los objetos utilizados en las zonas de manipulación del espécimen, por ejemplo, el tarro de los lápices y las carpetas para utilizarlos solo en estas zonas (Nason, 2001).

#### Muestreo periódico

Se deben inspeccionar los almacenes en búsqueda de tóxicos, e implementar el muestreo de aire periódicamente y realizar otras pruebas en los espacios de trabajo según sea necesario. (Nason, 2001)

#### Restricción al uso de objetos

Como se ha indicado, deben identificarse los objetos que se emplean en las áreas de manipulación y deben utilizarse sólo en éstas (Nason, 2001).

#### Separar o aislar los objetos con altos niveles de contaminación

Durante los trabajos de restauración se deben colocar los especímenes en espacios cerrados (Le Dimet y Julien, 2002).

#### Difusión procedimientos de manejo seguro

Se deben difundir/aleccionar a todo el personal y a los investigadores sobre los procedimientos de manejo seguro y establecer dichos procedimientos para el personal y los investigadores (Nason, 2001).

Informar a los visitantes sobre cuáles son los riesgos de la colección y de qué las medidas de protección que deben tomar para visitarla. La formación debería ser una práctica estándar (Makos, 2001).

#### Eliminación de residuos peligrosos

Al desechar los forros de las estanterías, las envolturas y las bolsas de plástico se debe proceder como con los como residuos peligrosos. (Nason, 2001).

Se deben recoger los desechos, como los filtros de los aspiradores que hayan servido para la limpieza de los locales contaminados y de especímenes, así como los filtros del sistema de climatización y fregonas en recipientes cerrados, de cara a una eliminación por una empresa autorizada. (Le Dimet y Julien, 2002).

No debe arrojarse en el sumidero del grifo los productos contaminados por arsénico (Le Dimet y Julien, 2002) y otros productos contaminantes.

#### Registro de análisis

Se debe realizar un registro sobre cuándo se han realizado los análisis y sobre los resultados de los exámenes visuales, los registros históricos y todos los datos relacionados con la toxicidad (precauciones tomadas y a considerar o si se han realizado procedimientos de mitigación) (Makos, 2001)

Un caso especial en el que se manipula en gran medida el objeto y de una manera peligrosa para la salud son las intervenciones de restauración. Como caso de estudio y, a modo de ejemplo, se presentan en esta tesis las medidas de seguridad que se tomaron para la intervención de un lémur naturalizado del siglo XIX, perteneciente al Muséum National D'histoire Naturelle de Francia y que describe Marie de Beaulieu, 2011. Para realizar las tareas de restauración, en primer lugar siguieron los protocolos recomendados de protección personal integral usando mascarilla antipolvo FFP3, guantes de nitrilo o PVC, mono, y gafas de protección respetando las medidas de higiene descritas en la ficha del producto tóxico encontrado tras los análisis, en este caso arsénico, trióxido de arsénico y dióxido de arsénico (Beaulieu, 2011).



**Figura 210. Protección corporal integral (traje con capucha, guantes, mascarilla y protector de calzado)**

Además se respetaron las medidas de higiene ya descritas, como la relativa a no comer, beber ni fumar cerca de la zona contaminada, no tocar otros objetos tras manipular el objeto contaminado, retirar los guantes y lavar las manos cepillando las uñas. (Beaulieu, 2011).

Se indica que, para retirar los guantes, se debe doblar la muñeca hacia abajo. Con la otra mano, se debe pinzar el extremo del guante y retirarlo sobre sí mismo hasta llegar a las falanges, y con las falanges aún vestidas, tirar con la otra mano enguantada, para extraerlo y depositarlo en un cubo de basura especial para su procesamiento posterior (Beaulieu, 2011). Además, hay que lavarse las manos al cambiar de actividad y sustituir los filtros de las mascarillas con regularidad y lavarla por fuera tras utilizarla. (Beaulieu, 2011). Se debe también lavar la cara y el pelo cuanto antes<sup>472</sup>

El trabajo se llevó a cabo planificando unos protocolos de actuación: agrupando las operaciones que necesitaban el mismo nivel de protección. Redactaron avisos, que plastificaron, que detallaban los riesgos y las medidas para cada situación con el fin de optimizar el trabajo y facilitar la coordinación con todo el equipo multidisciplinar implicado (transportista, conservadores o el administrador). (Beaulieu, 2011).

La intención fue crear una protección colectiva para limitar la exposición al arsénico durante la manipulación, el transporte y el almacenaje provisional del espécimen (Beaulieu, 2011).

Para ello, encerraron herméticamente la pieza con una película plástica y una soldadura de calor siguiendo la técnica de anoxia (Beaulieu, 2011).

---

<sup>472</sup> Los zapatos pueden cubrirse con cubrecalzados desechables o aspirados con un aspirador.

Para el trabajo de restauración se ideó una cabina estanca a fin de garantizar la seguridad del restaurador, del resto de personal y que no limitara su confort. Esta protección debía ser económica<sup>473</sup> y fácil de montar, desmontar y ser transportable (Beaulieu, 2011). Se componía de un plástico termosellado, conectado a un sistema de aspiración filtrado. La vitrina que almacena el espécimen posee una apertura frontal para introducir los brazos y es transparente (de polietileno) para asegurar una buena visibilidad (Beaulieu, 2011).



**Figura 211. Lemur aislado para el traslado**



**Figura 212..Campana de protección**

Para cerciorarse de que el dispositivo funcionaba correctamente, se medían los niveles aéreos próximos al restaurador y se realizó un análisis de orina en búsqueda de arsénico, dando ambos negativos (Beaulieu, 2011).

Durante el trabajo, los desechos sólidos y líquidos contaminados se colocaron en contenedores señalizados para ser procesado por una empresa cualificada de gestión de residuos tóxicos (Beaulieu, 2011)

<sup>473</sup> El coste de la instalación, que varía en función del material utilizado (pinza para soldar para la película termosellable, aspirador, sistema de aspiración, etc.) puede andar sobre los 3000 euros. (Beaulieu, 2011)



### 13.4 OTROS RIESGOS PARA LA SALUD

La recogida, preparación y manipulación de muestras biológicas pueden plantear diversos riesgos para la salud y la seguridad humana, al margen de los tóxicos ya referenciados. Entre estos riesgos se encuentran los sistemas de defensa naturales de algunos organismos, así como enfermedades que portan muchos animales como parásitos, bacterias, virus u hongos (NPS, 2005).

Dentro de las bacterias se encuentra el Anthrax en animales con pezuñas, brucelosis en vacas, cabras, liebres, cerdos, erysipelas en cerdos, mamíferos marinos, y aves posiblemente o Leptospirosis en roedores, liebres o erizos, pseudo tuberculosis (aves, algunos roedores y otros animales pequeños posiblemente) o salmonelosis (principalmente roedores, reptiles, aves algunas), tétanos (la mayoría de los animales), y tuberculosis aviares (aves) entre otras varias enfermedades (NPS, 2005).

También pueden transmitir enfermedades por hongos como aspergilosis (aves, mamíferos, ocasionalmente), Histoplasmosis (aves coloniales o los mamíferos, donde los excrementos acumula), tiña (mamíferos, aves, ocasionalmente) (NPS, 2005).

Con respecto a las enfermedades virales, puede destacarse el Hantavirus (roedores), rabia (coyotes, zorros, mapaches, zorrillos, murciélagos algunos), el virus del Nilo occidental (aves) (NPS, 2005).

La eliminación de los riesgos es complicada ya que cada uno de ellos es resistente a diferentes métodos de preparación. Por ejemplo, la congelación de especímenes antes de la preparación no destruye algunas bacterias o virus tales como la infección por Rickettsial y la rabia. La liofilización, por su parte, preservará muchos patógenos durante períodos prolongados (NPS, 2005).

Como en el caso de los tóxicos, se deben seguir unos protocolos que incluyen (NPS, 2005):

- Advertir sobre los riesgos verbalmente o por escrito al personal de recolección o a otros usuarios de la colección.
- Formación de los trabajadores incluyendo el uso de equipo de protección.
- Desechar adecuadamente todas las partes descartadas durante el proceso de preparación, tanto órganos de vertebrados preparados como pieles secas.

Se debe mantener una estricta higiene personal y general. Las manos deben lavarse a fondo, utilizando un jabón antiséptico, antes y después de manipular cualquier animal muerto. Las uñas y las membranas de los dedos son partes que a menudo no se limpian bien durante un lavado convencional. Como protección adicional, después de manipular una muestra potencialmente infecciosa, deben enjuagarse manos y guantes con una solución antiséptica adecuada.. (Raines, 1968)

Se debe llevar ropa adecuada para la manipulación (guantes y traje cubriendo todo el cuerpo) y no debe sacarse ésta del laboratorio para no diseminar las posibles enfermedades que porte el animal (Raines, 1968)

Los guantes deben ser esterilizados después de su uso y los demás artículos limpiados y esterilizados con frecuencia. (Raines, 1968).

No se debe trabajar con heridas ni daños en la piel de las partes expuestas del cuerpo. Estas deben estar adecuadamente protegidas. Cualquier lesión que ocurra durante el trabajo debe ser tratada de inmediato y se debe buscar consejo médico si se presenta cualquier síntoma de infección. Es una buena idea para los trabajadores de laboratorio estar vacunados contra el tétanos. (Raines, 1968).

En principio, es difícil que un animal ya naturalizado pueda portar este tipo de enfermedades, salvo algunos tipos de hongos, pero son cuestiones que deben ser tenidas en cuenta.

### 13.5 RECOMENDACIONES PARA EL MNCN-CSIC

Ya se ha comentado que el Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid del CSIC es el organismo implicado en las cuestiones de higiene y seguridad en el trabajo del Museo.

Se deberían tener más en cuenta las cuestiones relacionadas con los tóxicos y abordarlas con la directiva del Museo, a fin de elaborar protocolos de actuación que incluyan el muestreo de las zonas de almacenaje y de exposición, acometer protocolos de información y medidas de manipulación y señalización junto con el Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid del CSIC.

Además, el Museo u otras instituciones del CSIC cuentan con aparataje para poder realizar pruebas y estudios requeridos como cromatogramas, estudios por MEB-SEM, y Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X entre otros.

Se recomienda, además, elaborar una base de datos con la historia de los tóxicos y pesticidas empleados en el Museo a través de la consulta de archivos, facturas, consulta del personal del Museo, empresas suministradoras, etc., apuntando las fechas en las que se aplican las fumigaciones y los lugares donde se realizan.

Estas cuestiones están muy desarrolladas en otros países como en Canadá, EEUU; Francia o los países nórdicos, sin embargo, en España, aún no se está teniendo en cuenta.

Aun así, puede decirse que el personal del museo cumple con las normativas de inspecciones periódicas exigidas por la legislación. El personal del Museo se hace estudios periódicos de salud llevados a cabo por la Dra. Marta Bermejo, Jefe de Unidad de Vigilancia de la Salud y Medicina del Trabajo del CSIC.

## 14 DAÑOS Y AGENTES DE DETERIORO. FACTORES DE ALTERACIÓN

### 14.1 INTRODUCCIÓN

Los materiales, dependiendo de su naturaleza, envejecen o se deterioran en determinadas condiciones medioambientales.

Existen diferentes maneras de presentar los diversos mecanismos y tipologías de deterioro que afectan a las obras de arte. Se ha preferido en este caso clasificarlos como extrínsecos e intrínsecos, entendiéndose como extrínsecos todos aquellos agentes de deterioro que se producen “fuera de la obra de arte” e intrínsecos “como aquéllos que sean cuales sean las condiciones externas en mayor o menor medida derivarán en un futuro deterioro más o menos acusado y rápido y que proviene de la propia naturaleza del espécimen montado. Esto no quiere decir que se produzcan de manera aislada; normalmente, diversos agentes de deterioro se manifiestan simultáneamente y muchos de los deterioros intrínsecos no se producirían sin la influencia de los extrínsecos, pero se ha optado por su separación con el fin de facilitar la comprensión de los mismos.

Cómo dice el National Park Service. U.S. Department of Interior: “Los materiales biológicos están diseñados para descomponerse”. Esta afirmación, que podría entenderse en el contexto del arte efímero, se adapta perfectamente a la idiosincrasia de un animal naturalizado, ya que el conjunto y diversidad de materiales que componen el espécimen, así como en muchos casos su fragilidad? e incompatibilidad material? y la forma en que se han preparado, hacen de estos “objetos” piezas muy delicadas y de difícil conservación.

De hecho, hasta las propias medidas de salvaguarda ponen en peligro la estabilidad del conjunto (desinfectantes, frío, humedad...) Lo que resulta positivo para unos materiales no lo es tanto para otros. A grandes rasgos, las colecciones biológicas pueden descomponerse por procesos mecánicos, biológicos o químicos y el daño producido por cada uno de estos procesos puede desencadenar ulteriores daños (NPS, 2005).

Los agentes de deterioro externos que afectan este tipo de colecciones son (NPS, 2005) principalmente:

- La iluminación (luz visible y UV)
- Temperatura inadecuada
- Niveles de Humedad Relativa (HR) inadecuados y fluctuaciones (especialmente en niveles extremos).
- Contaminantes
- Plagas
- Accidentes: Inundaciones, incendios y fuerzas físicas.
- Actividad criminal como robo o vandalismo
- Negligencia
- Manejo inadecuado

Y los que se han considerado intrínsecos son:

- Las particularidades biológicas,

- El estado previo del animal antes de su montaje
- Los problemas derivados de la técnica de naturalización en sí.
- Una elaboración deficiente.

Por otro lado, el tipo de preservación que se aplique a la colección marcará el carácter de los deterioros que se puedan producir.

Dada la gran variedad de materiales que componen un espécimen naturalizado y los elementos que le acompañan que, como se ha visto, han variado enormemente a lo largo de los siglos y de unas regiones a otras, resulta imposible abarcar todos ellos, con sus correspondientes deterioros; por ello, esta investigación abordará aquellos considerados como más frecuentes así como, expresamente, aquellos materiales que forman parte de los especímenes que componen la colección del MNCN-CSIC<sup>474</sup>. Dentro de estas piezas, puede encontrarse la parte biológica (pluma, piel, huesos...), la policromía, el vidrio, el metal, empleado muchas veces en forma de estructura interna (alambres, clavos, y alfileres), rellenos tanto rígidos como escayola, materiales celulósicos (madera, papel...) o arcillas, rellenos de fibras vegetales (algodón, yute, cáñamo...) y madera en especial, ya que numerosas piezas están sustentados en peanas o perchas o alguna parte interior es de este material. Así mismo, la documentación aneja como las etiquetas, puede sufrir deterioros provocados por aquellos agentes que estén afectando al espécimen.

La razón de presentar deterioros asociados al estado de conservación de la estructura interna es que, en muchos casos, esta puede debilitarse, las piezas presentan grietas o amputaciones que dejan al descubierto el interior del objeto exponiendo éste a contaminantes, HR o plagas. Si hay un descosido también pueden penetrar insectos y polvo en el interior del animal (Courtney, 2011).

En este capítulo, se recogen ciertas experiencias en otro tipo de colecciones entre las que se encuentran las de pintura de caballete, escultura, etnografía y arqueología, pensando en que, hasta cierto punto, pueden ser extrapolables a las piezas objeto de la presente investigación, pero siempre teniendo en cuenta que muchos de estos parámetros son aproximativos y que habrán de adecuarse a la individualidad de cada artefacto.

---

<sup>474</sup> Esta afirmación es aproximada ya que si bien algunos ejemplares del Museo pueden estar bien documentados por los diarios y facturas de algunos taxidermistas, y otros gracias a los deterioros se puede vislumbrar como hemos dicho parte de su composición interna, la mayoría no han sido estudiados (tipo de preparación de la piel, policromía, rellenos, etc.)

## 14.2 FACTORES EXTRÍNSECOS DE DEGRADACIÓN

### 14.2.1 Humedad relativa inadecuada

En este caso se valorarán dos factores; la humedad ambiental, que se mide en valores de Humedad Relativa (HR)<sup>475</sup>, y el contenido de humedad de un material<sup>476</sup>.

Todos los materiales orgánicos responden a los cambios en el contenido de humedad (higroscopicidad<sup>477</sup>) cambiando el tamaño (Horie, 1988).

La humedad, con valores mayores o menores, no constituye en sí misma, en muchas ocasiones, un agente de deterioro especialmente importante, pero puede actuar como desencadenante o acelerador de otros agentes, como por ejemplo favorecer reacciones de fotooxidación o de oxidación (Baez, 2005), catalizar procesos de contracción o dilatación en la piel o propiciar un entorno favorable para el desarrollo de un ataque biológico.

Tanto la oscilación como los valores extremos de humedad relativa, fuera de los intervalos establecidos provocarán graves deterioros en los especímenes (Barreiro et al., 1994).

Así mismo la humedad y la temperatura están profundamente ligadas. Las fluctuaciones de temperatura modificarán la humedad relativa existente (Barreiro et al., 1994) y por tanto afectarán a la cantidad de humedad presente en los materiales.

El descontrol de estos baremos puede ocasionar *grosso modo* los siguientes deterioros (Barreiro et al., 1994):

- Aparición de hongos al aumentar los niveles de humedad<sup>478</sup>.
- Fisuras debido a las fluctuaciones de humedad al contraerse y dilatarse la materia constituyente de la pieza.
- Evaporación de fluidos, al disminuir la humedad<sup>479</sup>.

### ¿Cómo afecta la humedad a los distintos materiales?

#### Material proteico: piel y plumas

<sup>475</sup> La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada.

<sup>476</sup> El contenido de humedad es el porcentaje de humedad por peso seco del material. (Pool, 1997)

<sup>477</sup> “La higroscopicidad es la capacidad de los materiales para absorber la humedad atmosférica. Para cada sustancia existe una humedad que se llama de equilibrio, es decir, un contenido de humedad tal de la atmósfera a la cual el material ni capta ni libera humedad al ambiente. Si la humedad ambiente es menor que este valor de equilibrio, el material se secará, si la humedad ambiente es mayor, se humedecerá”. (Wikipedia. Enciclopedia libre Universal, 2014)

<sup>478</sup> El exceso de humedad ambiental (por encima de alrededor de 65 % de humedad relativa) favorece además reacciones químicas, que pueden ser perjudiciales para el material orgánico. Deformación de materiales como pieles curtidas, sin curtir y maderas (Esta deformación está causada también por la fluctuación de la humedad relativa) y reblandecimiento de algunos adhesivos entre otros daños (NPS, 2005).

<sup>479</sup> Además la HR por debajo del 40% puede contribuir a la fragilización de los materiales rígidos, tales como el marfil o el hueso. La fragilización de esos elementos hace que éstos sean más susceptibles al daño mecánico (NPS, 2005).



Los niveles normales de contenido de humedad en pieles es de aproximadamente un 15 % (Raphael, 1993, citado por Pool, 1997).

Generalmente, los cueros nuevos pueden tener un contenido aproximado de humedad de un 14 %. (Thomson, 2006).

En el cuero viejo, el contenido de humedad varía reduciéndose hasta un 10% y, aunque se pensaba que los cueros viejos absorbían y desorbían la humedad más lentamente, en 1994 los estudios realizados por Hallebbek, demostraron que no siempre era así, especialmente si los cueros presentaban productos de degradación higroscópicos (Thomson, 2006).

Esto se produce porque existe una condición en los materiales llamada pérdida de histéresis<sup>480</sup> por la cual éstos nunca recuperan sus “pesos naturales”<sup>481</sup> en los que la presencia de humedad juega su papel, cuando se ven sometidos a cambios extremos (pérdida de la habilidad de recuperación).

Por otro lado, la queratina y el colágeno presentes en la piel reaccionan de manera diferente frente a la humedad. El agua absorbida por la queratina aumenta su elasticidad y el trabajo necesario para romper su estructura se incrementa. Esta propiedad reduce la probabilidad de formación de grietas y roturas. Una HR por encima de 60% es la idónea para que el material recupere esta plasticidad. (Horie, 1988).

Sin embargo, la dermis, es más sensible a la humedad. Su movimiento debido a las fluctuaciones existentes obligará a la epidermis a seguirla a través de la capa basal, que puede fallar causando grietas en la epidermis (Horie, 1988).

Para pieles conservadas con pseudo curtidos que no son resistentes a la humedad, es vital que las relaciones de humedad sean estables. (Pool, 1997)

Altas temperaturas unidas a una baja humedad (por ejemplo si la pieza está próxima a un radiador) puede causar que la piel encoja y se rompa. Nunca deben situarse estas piezas cerca de una chimenea, ya que ésta que emite hollín y otras emisiones nocivas. (Courtney, 2011).

Daniel Guyard, taxidermista en el Museo de Historia Nacional de Grenoble (Francia) comenta que el fondo de sus colecciones está constituido por especímenes rellenos de fibra vegetal con la piel preparada con alumbre, estando las pieles quemadas, muy fragilizadas y distendidas. Estas pieles dice, están esperando la mínima variación de HR para reventar (Guyard, 2002).

Con una humedad relativa de más del 65%, existe el peligro de crecimiento de hongos en las pieles de los especímenes montados (CCI, 1988).

La desecación excesiva de la piel de las aves puede provocar que los folículos en los que las plumas se asientan se abran debido al encogimiento de la piel, con la consiguiente caída de la pluma (Graemer

---

<sup>480</sup> La histéresis es la tendencia de un material a conservar una de sus propiedades, en ausencia del estímulo que la ha generado (Wikipedia). Es el efecto donde las isotermas de adsorción y desorción son diferentes, ya que se requiere una presión de vapor más baja para alcanzar un cierto contenido de humedad por desorción que por adsorción. En un material dado, los poros capilares se vuelven y se hinchan durante la adsorción y se encogen y se colapsan durante la desorción, debido a la pérdida de humedad. Esta alteración estructural se traducirá en una pérdida de histéresis (Kapsalis, 1987).

<sup>481</sup> Para medir la cantidad de humedad en una piel, ésta se pesa, se deseca por estufa y posteriormente se vuelve a pesar. La diferencia en el peso se mide en porcentaje y el valor que da es la humedad que contiene el material.

y Kite, 2006) Por tanto, las plumas de las aves se ven afectadas gravemente por la escasez o por la presencia de humedad intensa; por debajo de 35 % de HR (40 % según otras fuentes (Schaeuffelhut, Tello y Schneider, 2002)) se secan, volviéndose quebradizas y pudiendo desprenderse las barbas con una mínima presión. Con una humedad alta prolongada se acelera la hidrólisis ácida<sup>482</sup> del material provocando la descomposición de la pluma (Bishop Museum, 1996). Sin embargo, una humedad relativa por encima de 65 % constituye un clima ideal para el crecimiento de moho. (Schaeuffelhut et al, 2002).

#### Hueso, marfil y dientes

Lafontaine y Wood (1982) y Williams (1991) han documentado la importancia de la HR en la estabilidad de marfiles y dientes (Williams, 1993).

En 1993, Stephen L. Williams, A. Michelle Wallace y Clyde Jones se planteaban cual podía ser la influencia de la HR en el cambio dimensional de los huesos, documentando que, en las piezas estudiadas, correspondientes a cráneos de ardillas, se producían cambios dimensionales, y de densidad (esto incluye los dientes)<sup>483</sup>. Estos autores insistían que aunque los valores aportados no eran significativos, esta cuestión debería seguir estudiada con más detenimiento (Williams et al., 1993).

Con la presencia de una temperatura alta y la consecuente desecación del material, se produce la destrucción de la parte proteica presente en los huesos, marfil y dientes y, al perder la humedad, estos elementos se contraen, agrietándose la superficie (MNHS, s.f.). Los dientes, en un ambiente con el 50% de HR, tienden a ser más frágiles y susceptibles de daño. El deterioro es mayor por debajo de 40% de HR, debido a la desecación del diente. El daño varía de unos grupos taxonómicos a otros (Williams, 1991).

Por otro lado, el exceso de humedad en material corneo, huesos y marfil hincha la parte proteica y facilita el desarrollo de hongos. La combinación de exceso de calor y humedad provoca la destrucción de la oseína y puede provocar igualmente deformaciones y agrietamientos al secarse el material posteriormente (MNHS, s.f.).

Las variaciones de HR también influyen en la estabilidad de los dientes produciendo grietas y finalmente la rotura cuando la HR está por debajo de 20 %. Además las caídas bruscas de humedad causan más daños cuando la HR está por debajo de 45 % (Williams, 1991).

La aparición de grietas, astillamientos y deformaciones fue documentado por (Williams, 1991; Williams and Hawks, 1992, citado por Williams, 1993). Este problema es frecuente en dientes y colmillos.

#### Madera

En la madera el tipo de alteraciones dependerá de diferentes factores, como el tipo de árbol, localización, antigüedad, tipo de preparación de la madera (Baez, 2005), corte, etc. Los cambios

---

<sup>482</sup> La hidrólisis es la descomposición de compuestos orgánicos complejos en otros más sencillos mediante la acción del agua. (<https://minificciones.files.wordpress.com/2012/08/13-reacciones-de-hidrc3b3lisis.pdf> consultado 23-02-2015)

<sup>483</sup> Estos reducían sus dimensiones cuando la HR variaba del 85% a 25% así como a la inversa, con alta humedad relativa aumenta el tamaño de los cráneos.

dimensionales que se producen varían en función de la dirección, al ser la madera un material anisotrópico<sup>484</sup>, de esta manera en sentido de la veta se producen escasos cambios, aunque sí se producen en el sentido transversal de la misma, alabeándose característicamente en función del corte. (Baez, 2005)

La madera que se ha secado encuentra su equilibrio medio en un porcentaje de humedad de entre 12-15%. Por debajo de estos rangos la madera se alabea. (Baez, 2005).

La oscilación de la humedad relativa produce movimientos de hinchazón y encogimiento, llevando en muchos casos al alabeo de la madera (Baez, 2005). Estos movimientos, en el caso de peanas por ejemplo, dan lugar a que a menudo el espécimen montado no pueda seguir este movimiento, fracturándose bien la peana, en el caso de que el armazón del animal sea más resistente, o en caso de que la madera no rompa, afectando a la figura, deformándola, provocando una pérdida de estabilidad y en casos catastróficos la rotura de las patas (Ver cuadro de tipología de deterioros).

#### Vidrio

Los vidrios de los ojos pueden sufrir un tipo deterioro denominado lixiviación. Este daño consiste en la formación de fracturas microscópicas en la superficie del vidrio. Esto es debido a que en los vidrios se forma en superficie una capa hidratada muy fina que propicia el intercambio de iones entre el agua medioambiental y el vidrio<sup>485</sup>. Al ser los iones de  $H^+$  del agua más pequeños que los de  $Na^+$  o  $K^+$ , del vidrio, cuando se produce el intercambio se forman cavernas dentro del vidrio. Si la HR ambiental es alta, las cavernas se rellenan de agua, manteniéndose la consistencia del vidrio. En esta situación el vidrio se mantiene estable. Si la HR baja, el agua sale de las microfracturas, recuperándose la fragilidad del vidrio (Pavao, 2002); esta situación empeora como se verá cuando se combina con contaminantes. Los depósitos de iones de sodio y potasio acumulados en la superficie (sales alcalinas) son higroscópicas, por lo que pueden generar gotitas muy saturadas de sal en la superficie produciéndose un fenómeno conocido como "sudación del vidrio". (Pavao, 2002). El resultado es que el vidrio pierde su brillo y transparencia, llegando en algunos casos a ser completamente translúcido (Fuentes, 2003).

---

<sup>484</sup> Que tiene propiedades diferentes en diferentes ejes

<sup>485</sup> El agua cede iones de Hidrógeno ( $H^+$ ) y el vidrio libera iones de potasio ( $K^+$ ) o sodio ( $Na^+$ ).



**Figura 213. Posible lixiviación en el ojo de vidrio de un águila real naturalizada perteneciente a la Facultad de Bellas Artes (UCM).**

En los ojos pintados a mano con óleo y no esmaltados, donde no se protegía el reverso, la pintura tendía a levantarse al cabo de un tiempo, creando manchas antiestéticas en el ojo o un efecto de espejo. Esto se debe sobre todo a la humedad desprendida por la arcilla colocada en el interior de las orbitas del ojo y la poca adherencia que tiene el óleo sobre el cristal (Castelo Sardina, com. personal). Morris dice que este deterioro no se puede subsanar salvo con la sustitución de los ojos<sup>486</sup>, aunque declara que la colocación de ojos modernos en un soporte viejo a menudo suele ser una solución peor. (Morris, 2010, p. 85).

Además, en los ojos que tienen un alambre para fijación, se puede corroer el metal y como se ha visto hincharse, fraccionando el vidrio (Van Giffen et al., 2010).

#### Rellenos

Recordar que los cuerpos de los especímenes naturalizados se han realizado con diversos materiales. Los más comunes son fibras vegetales como algodón, yute o lana de madera, escayola y más actualmente resinas en los rellenos rígidos como poliuretano, poliéster o poliestireno.

En principio estos materiales se encuentran protegidos de las inclemencias medioambientales por la piel, pero como se ha visto muchos presentan grietas o faltas de apéndices que dejan al descubierto el interior, volviendo estas zonas sensibles a cambios higrométricos o ataques de plagas, comunicando en muchas ocasiones estos daños con el tiempo a la totalidad de la pieza.

Respecto al comportamiento que pueden presentar los rellenos a base de fibras vegetales, puede tomarse como referencia la conservación de elementos a base de fibras como cesterías, tocados, etc. pertenecientes a colecciones etnográficas, así como a la pintura sobre lienzo donde los soportes están estudiados de manera exhaustiva. Si bien en este último caso se trata de fibras tejidas y su comportamiento no será exactamente igual al de las fibras sin tejer, los estudios efectuados sobre estas últimas pueden proporcionar una idea aproximada sobre cómo se comportará un relleno.

<sup>486</sup> Posiblemente este problema sí pueda ser subsanado en la mayoría de los casos utilizando las técnicas de reintegración y consolidación apropiadas. Ver capítulo de restauración: reintegración pictórica.

Las fibras celulósicas son higroscópicas y presentan una gran sensibilidad a la humedad, aunque generalmente se contraen y expanden de manera proporcional a la contracción de la piel en las aves y no se suele dar roturas en las pieles (com. personal Castelo Sardina, 2015).

Las fibras de algodón y el yute poseen una alta higroscopicidad, mayor que el lino y el cáñamo (Huertas, 2010). Éstas últimas además son más resistentes y el cáñamo presenta una especial resistencia ante la putrefacción (Huertas, 2010).

De esta manera, la existencia de distintas fibras con un grado de higroscopicidad diferente en el relleno de un espécimen podría crear tensiones desiguales, pero esto aún no se ha estudiado.

Los rellenos como la escayola o el yeso en especial las arcillas, si no han sido cocidas, van a responder fuertemente a la presencia de humedad ambiental aumentando su volumen, éstas últimas más reactivas debido a las sales en composición que son muy higroscópicas. Estos materiales higroscópicos, situados en el interior de la pieza, pueden mantener la humedad durante largos períodos de tiempo, con lo que favorecen la aparición de hongos. Esta circunstancia podría llegar a provocar la ruptura del material externo, rajando la piel o fracturando el cráneo en caso de que la arcilla se hinche más que éste.

El yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), utilizado en rellenos rígidos como por ejemplo en la práctica de dermoplastia, es muy sensible al agua (San Andrés, 2005).

La humedad provocará también que el papel empiece a arrugarse, agrietarse y rajarse (Courtney, 2011). Esto puede afectar a rellenos hechos con papel como el papel maché y a las etiquetas identificativas y comerciales.

Con respecto a las resinas modernas, los problemas que se pueden producir con los materiales sintéticos/semisintéticos en especímenes naturalizados aún se desconocen, como la longevidad, toxicidad o interacción con los productos y materiales del espécimen (Guyard, 2002).

Actualmente se están estudiando más estos materiales, su deterioro y métodos de conservación y restauración ya que conforman esculturas o mobiliario. Por ello se sabe que los plásticos envejecen rápidamente, ocasionándose daños mayores que en otros materiales, aunque no todas reaccionan igual (Diana Lobato y Paula Ercilla, 2012). No sólo esto está determinado por el tipo de resina sino también por la presencia de aditivos.

El poliéster es resistente a la humedad, y combinado con distintas fibras como de vidrio, de carbono o el Kevlar se pueden hacer películas más resistentes (Diana Lobato y Paula Ercilla, 2012).

El poliéster al oxidarse se vuelve más polar siendo más propenso a sufrir hidrólisis<sup>487</sup>, incrementándose su sensibilidad al agua. Esta degradación se potencia con una HR alta junto con un pH ácido (Lobato y Ercilla, 2012).

Respecto al uso del PU no queda muy claro si este tipo de material pueda presentar problemas de estabilidad en el futuro (Dickinson, 2006, p. 133).

---

<sup>487</sup> Descomposición de las cadenas poliméricas de la resina, resultando en una pérdida de propiedades mecánicas

A David Hendry le preocupa que tantos especímenes modernos de los museos posean rellenos hechos en resinas sintéticas ya que se han empleado sin la adecuada investigación sobre su idoneidad a largo plazo en este tipo de preparaciones. (Hendry, 1999, p. 22).

#### Policromía:

Respecto a la policromía, como se ha visto, estas piezas tradicionalmente se han pintado con óleo, a veces mezclado con otros materiales como ceras o resinas. Algunas ocasiones, las películas de pintura han sido recubiertas con barniz.

La influencia de la humedad es especialmente importante en los soportes, deformándose y causando tensiones (Baez, 2005). Por otro lado la capa pictórica produce una distribución asimétrica de la humedad en el conjunto, debido a que protege al soporte de las variaciones de humedad. Estas alteraciones dependen de la naturaleza de los estratos pictóricos y del procedimiento pictórico empleado (Baez, 2005).

Los movimientos del soporte, a menudo, no pueden ser seguidos por la capa pictórica, produciéndose craquelados, levantamientos, pérdida de adhesividad, etc. (Baez, 2005).

La humedad puede producir pasmos en capas de barniz y oleosas, que se traducen como zonas de color blanco azulado de mayor o menor opacidad (Baez, 2005).

Así mismo, puede afectar a los recubrimientos y aglutinantes a base de colas naturales, especialmente proteicas, hinchándolas en el primer caso y haciéndolas más atractivas para las plagas y encogiéndolas en el segundo provocando el craquelado y el desprendimiento de éstas.

En esta investigación no pueden describirse los procesos de deterioros que afectan a todos los pigmentos que pueden utilizarse en la coloración de tegumentos y otros elementos, pero sí aquellos más comunes que han sido documentados en manuales, facturas o analíticas a fin de proporcionar una idea aproximada sobre este tema. La presencia de barniz protector también será determinante en este deterioro.

En referencia a otras preparaciones, los especímenes liofilizados, por ejemplo, deben conservarse con una HR inferior al 40 %, ya que éstos son propensos a deteriorarse con facilidad a niveles más altos de HR (NPS, 2005).

#### **14.2.2 Temperatura inadecuada**

---

Como se ha indicado, los efectos de la temperatura y la humedad relativa están íntimamente relacionadas, las fluctuaciones en una, influirán en la otra.

Las altas temperaturas contribuyen a diversos tipos de deterioro (NPS, 2005):

- Desecación



- Desnaturalización de las proteínas<sup>488</sup>
- Migración de lípidos y resinas.
- El calor es así mismo un catalizador de muchas reacciones químicas (Bishop Museum, 1996).

La velocidad de cualquier reacción química que se produce en los especímenes se duplica cada 10° C de aumento de temperatura (NPS, 2005). Es decir, la temperatura aumenta la movilidad de los átomos y moléculas de los materiales. De esta manera las grasas y los aceites compositivos migran más rápidamente en un ejemplar que tiene una temperatura más alta, por ello, éstos se deterioran más rápidamente (Waller, 1995, citado por Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

Por otro lado, las temperaturas bajo cero provocan (NPS, 2005):

- Expansión del agua libre, lo que puede provocar la rotura de células en muestras de animales y plantas frescas por aumento de volumen.
- Migración de lípidos (a través de células rotas) en especímenes frescos (NPS, 2005).
- Crecimiento de microorganismos habitual ya que, a menos que las temperaturas sean inferiores a -20 ° C/-4 ° F, No se detiene el desarrollo de los mismos,
- Actividad enzimática habitual, ya que ésta no se detiene.
- El aumento de la velocidad de oxidación de lípidos, lo que puede causar daños a pigmentos y proteínas.
- Puede causar la migración de sales en pieles curtidas, lo que podría conducir a un colapso de los capilares en la piel.
- Aumento de humedad en los materiales, ya que a bajas temperaturas se eleva su contenido. (Pool, 1997)
- El deterioro de algunos materiales, que se vuelven quebradizos, especialmente pinturas y otros polímeros (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

Así mismo, las fluctuaciones de temperatura provocan la expansión y contracción de algunos materiales, pudiendo generarse agrietamientos (NPS, 2005).

Los peores daños en las colecciones se producen por las fluctuaciones de humedad y temperatura más que por situaciones estables de temperatura y humedad fuera de los rangos recomendados, como sucede con otro tipo de obras.

### **¿Cómo afecta la temperatura a diferentes materiales?**

#### Piel

Con elevadas temperaturas, en piel y cuero tiene lugar un proceso en el cual éstos alcanzan un punto en el que se contraen drásticamente hasta perder cerca de un tercio de su superficie original. Este proceso es irreversible. La temperatura a la que se produce esta contracción se conoce como temperatura de contracción (Thomson, 2006).

---

<sup>488</sup> Cuando las condiciones de pH y temperatura varían y se pierde la conformación nativa, (que es la estructura que poseen las proteínas), se altera además su función biológica. El proceso de desnaturalización de una proteína puede ser reversible o irreversible, en función de si se recupera la conformación nativa o no (San Andrés, 2005).

La temperatura de contracción de una piel se puede determinar, pero varía en función de numerosos factores, como son la especie y edad del animal, los tratamientos de pre-curtido y curtido que se han realizado, el contenido de humedad de la muestra que se ha tomado para hacer la prueba o el procedimiento empleado para determinar la temperatura de contracción (Thomson, 2006).

Algunos productos comerciales presentan las siguientes temperaturas de contracción (Thomson, 2006):

TIPO DE PIEL	TEMPERATURA DE CONTRACCIÓN
Piel cruda de mamíferos	58-64°C
Piel de ganado encaladas a las que se le ha eliminado el pelo p.ej. con álcalis (hidróxido cálcico).	53-57°C
Pergamino	55-64°C
Cuero curtido al aceite	53-56°C
Pieles "curtidas" al alumbre	55-60°C
Cuero curtido al formaldehído	65-70°C
Pieles curtidas al alumbre	70-80 °C
Cuero curtido vegetal (hidrolizable)	75-80°C
Cuero curtido vegetal (condensada)	80-85°C
Cuero curtido al cromo	100-120°C

A través de estos valores se puede concluir que los procesos de curtido aumentan la temperatura de contracción de la piel (Thomson, 2006).

La diferencia de temperatura de contracción entre un material histórico respecto a cuando estaba nuevo indica las variaciones químicas que ha sufrido el material (colágeno, material de curtido) durante su envejecimiento. Estos cambios químicos influirán profundamente en los cambios físicos que muestra la pieza, como la pérdida de fuerza y de flexibilidad (Thomson, 2006?).

La contracción hidrotérmica del cuero es irreversible. El fenómeno de contracción es una transición de una fase a otra y como con otras fases de transición, ésta contracción se asocia con transferencia de energía (Thomson, 2006?). El envejecimiento, tanto natural como acelerado, provoca una reducción de la temperatura de contracción y también de la cantidad de energía requerida para encoger el cuero (Thomson, 2006?)

Esto significa que pieles húmedas y parcialmente degradadas pueden encoger inclusive a temperatura ambiente y la cantidad de calor requerida para dañar el objeto es mucho menor (Thomson, 2006?).

Pero hay que recordar que el encogimiento es hidrotermal, no solo termal, y la cantidad de humedad presente en el ambiente es fundamental para que se produzca dicha transición. El cuero se ve afectado por el calor, sobre todo si es húmedo. Un cuero con curtido vegetal no degradado por ejemplo, contiene aproximadamente un 15 % de humedad de equilibrio cuando hay una HR de un 65 % de. Cuando se le aplica una temperatura de 80° C junto con humedad, éste equilibrio se desestabiliza y el cuero encogerá, sin embargo podrá soportar temperaturas por encima de 100° C si la humedad es más baja (Bienkiewicz, 1983).

Por lo tanto, pueden emplearse tratamientos con calor en cuero nuevo o parcialmente degradado siempre que sea con una relativa sequedad. Estos procedimientos incluyen el uso de termoadhesivos y sistemas de erradicación de plagas, como el proceso "Thermo Lignum"<sup>489</sup> (Thomson, 2002, citado por Thomson, 2006).

Respecto a las bajas temperaturas, puede indicarse que actualmente el almacenamiento de pieles a bajas temperaturas es una práctica común en muchos museos de historia natural, entre los que se encuentra el MNCN-CSIC. Con ello, se evita el uso de pesticidas tóxicos. También ha sido adoptada por los museos de la industria peletera, a fin de controlar las plagas de insectos y microbianas. (Pool, 1997).

En 1997 Marilen A. Pool realizó un estudio para la evaluación de los efectos del almacenamiento y los ciclos de descongelación. (Pool, 1997)

Los resultados mostraron que, a medida que las muestras de pieles se ciclaban (cada vez que se encontraban dentro y fuera de refrigeración se considera un ciclo), éstas perdían humedad y presentaban una pérdida de histéresis, que podía deberse a la migración de las sales fuera de las áreas interfibulares de las pieles. Esto provocaba una disminución del contenido de humedad en las pieles, además de contribuir a la reducción de las temperaturas de contracción ya que las concentraciones elevadas de sal aumentan generalmente las temperaturas de contracción (Haine, 1987 citado por Pool, 1997). La migración de las sales puede causar el colapso capilar y pérdida de flexibilidad, dejando a las pieles más propensas a la degradación química (Raphael, 1993; Williams, 1997, com. personal, citado por Pool, 1997)

También se produce una variación en el pH (Pool, 1997).

En general, la germinación de los hongos está limitada en el intervalo de temperatura de 0 a 10°C, pero las esporas latentes pueden sobrevivir en condiciones de almacenaje extremas, como agua fría y ciclos de congelación y deshielo (Florian 1990, 1994 citado por Pool, 1997).

Si se introduce algún factor de activación de las esporas, como pueden ser productos químicos empleados en tratamientos para los subproductos de degradación de la proteína, la germinación de

---

<sup>489</sup> Tratamiento que aplica calor para acabar con las plagas.

hongos puede ser inducida por la fluctuación en la HR y por los altos niveles de actividad del agua ( $a_w$ )<sup>490</sup> en el sustrato (Florian, 1994, citado Pool, 1997)

Así mismo, con la apertura y cierre continuo del almacén las fluctuaciones serán más probables. (Pool, 1997)

Puede formarse humedad de condensación cuando se trasladan las pieles dentro y fuera del almacenamiento en frío. Cuanto mayor es la diferencia de la temperatura y HR del área de almacenamiento y el resto del museo, se formará más condensación y se potenciará el daño en las pieles. (Pool, 1997).

En una encuesta que se realizó a distintas instituciones y empresas sobre la conservación en frío, la mayoría de éstas indicaron que habían tenido problemas para conservar la HR. La consecuencia inmediata de la rápida elevación de la HR es la condensación en las colecciones y la reactivación de moho. (Pool, 1997).

#### Plumas

Las temperaturas altas aceleran la descomposición de las plumas, aunque en general la temperatura ambiente habitual y las fluctuaciones diarias de temperatura afectan a éstas en menor medida con los cambios estacionales de humedad (Bishop Museum, 1996).

Las altas temperaturas pueden acelerar el desvanecimiento de los carotenoides. Este factor ha de tenerse en cuenta en tratamientos de conservación con secadores de aire caliente u otros objetos que producen calor. Igualmente, debe prestarse atención a la iluminación (Schaeffelhut et al, 2002).

#### Hueso, marfil, astas, cuernos y dientes

Como se ha indicado, la sequedad extrema producida por el exceso de calor puede dañar materiales como el hueso, el asta, el marfil o los dientes, ya que el calor destruye la porción de la proteína y la pérdida de humedad generada por el calor provoca la contracción y el agrietamiento de la superficie (MNHS, s.f.).

El calor también puede desnaturalizar la proteína (NPS, 1999). "La temperatura de contracción del colágeno cuando está tamponado en una solución salina es de alrededor de 43 ° C" (Horie, 1988, p. 34). Sin embargo, cuando se expone a diversas sales, la temperatura de contracción desciende. Los huesos envejecidos, al igual que las pieles, se ven afectados por el calor, sobre todo si está combinado con humedad. Las queratinas en general tienen temperaturas de desnaturalización mucho más altas (Horie, 1988).

#### Vidrio

Los choques térmicos pueden causar la ruptura del vidrio y los esmaltes. Los rangos a los que se produce este deterioro varían en función de los aditivos existentes en su composición y su proceso de fabricación.

---

<sup>490</sup> Es un parámetro de equilibrio termodinámico



**Figura 214. Fractura de un ojo de vidrio en una paloma del MNCN**

Por ejemplo durante la fabricación de los ojos el uso de esmaltes y vidrio con diferentes puntos de fusión hace que éstos se expandan y contraigan de manera diferente con los cambios de temperatura ambiental. Esto hace que el ojo se agriete e inclusive se rompa (Morris, 2010).

#### Rellenos

Las fibras vegetales así mismo se ven afectadas en cierta medida por el calor, teniendo una resistencia baja y ardiendo con facilidad debido a su composición a base de celulosa. Este comportamiento varía según su naturaleza. El algodón es muy inflamable. El lino en cambio, no presenta variaciones importantes en su comportamiento químico y mecánico hasta los 120 ° C. (Huertas, 2010).

La exposición a temperaturas alta cataliza la degradación de los plásticos, perdiendo propiedades a temperaturas por encima de 80°C. A temperaturas superiores puede llegar a derretir las resinas termoplásticas (Diana Lobato y Paula Ercilla, 2012).

La temperatura media puede hacer que el plástico libere gases corrosivos, dañado no solo a sí mismo sino a materiales adyacentes como el metal, provocando su oxidación (Diana Lobato y Paula Ercilla, 2012).

Muchos plásticos emiten vapores muy tóxicos durante los incendios como el poliuretano (PU) que desprende vapores de ácido cianídrico (tóxico muy violento). (Guyard, 2002)

#### Policromía

En referencia a los aglutinantes, el calor puede provocar y catalizar reacciones de oxidación del óleo, como se verá más adelante. Las colas, por su parte, con temperaturas altas, pueden verse afectadas por la desnaturalización de la proteína como ya se ha comentado. Ambas pueden sufrir con un choque térmico a bajas temperaturas, craquelándose. Las resinas acrílicas y vinílicas por su parte tienen una Tg muy baja y puede derretirse con el calor o separarse del soporte con cambios bruscos de temperatura.

Respecto a los pigmentos por ejemplo el blanco de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) es muy estable y no le afecta el calor, al igual que sucede con el azul de cobalto ( $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) y el rojo de Cadmio que se suele usar en la fabricación de esmaltes vitrificados (San Andrés, 2005).

### 14.2.3 Iluminación Inadecuada

---

Como es bien sabido, la luz visible está compuesta por ondas electromagnéticas distribuidas en rangos de longitudes de onda diferentes. De ellas, las más nocivas para los objetos patrimoniales son aquellas cercanas al UV (400-10<sup>-10</sup> nm) y al IR (700-25.000 nm).

- La radiación UV es muy energética y el daño que puede producirse puede llegar a ser muy importante y dependerá de la naturaleza del material.
- Por su parte, las radiaciones IR son muy calóricas y el daño que pueden producir se deben al exceso de temperatura y consecuente desecación (ver HR y Temperatura).

Los materiales pueden verse afectados por determinadas radiaciones, aunque otras no produzcan deterioro en ellos. A veces, éste se produce por combinación varias (bien por que se produzca un efecto sumatorio o bien porque algunos materiales están compuestos por distintas sustancias de naturaleza diferente, como por ejemplo el hueso.)

La mayoría de los materiales que componen los especímenes en seco de las colecciones de historia natural son muy sensibles a la luz (NPS, 2005).

La radiación ultravioleta provoca (NPS, 2005):

- Alteración de los pigmentos biológicos (decoloración o cambios en el color).
- Daño en los enlaces químicos de los materiales vegetales y animales.

#### **Materiales proteicos: Piel y plumas**

La radiación UV puede producir la decoloración de los pigmentos de las pieles de las aves debido a la exhibición en los niveles de luz inadecuadas (Graemer y Kite, 2006).

Todos los tipos de pieles y plumas se ven afectados por la luz. Como patrón general, a nivel cromático, los colores oscuros se decoloran y los blancos amarillean. Estos cambios fotoquímicos son irreversibles (CCI, 1988).

Cuando el color del pigmento se ha perdido –a menudo funciona como un protector del triptófano– comienza el daño estructural.

En los experimentos llevados a cabo por Mc Mullen y otros en 2012 sobre la influencia de la radiación UV sobre tejidos queratinosos, a partir de los espectros de fluorescencia emitidos bajo excitación con radiación UV, se observa que se reduce la cantidad de triptófano y aumentaba el nivel de las quinureninas (producto de degradación del triptófano), como pudo observarse en el capítulo



correspondiente a los análisis. Por otro lado, se constató que la presencia de pigmento y la cantidad, en este caso melanina, tanto en cabello, como en uñas, piel de humano o cuerno (es decir tanto en  $\beta$ -queratina como en  $\alpha$ -queratina), aunque en distintos grados, jugaba un papel en las propiedades fotoquímicas de dichos materiales, inhibiendo en cierta medida los efectos de envejecimiento de la radiación UV (Mc Mullen et al., 2012).

La radiación UV rompe la estructura de los materiales, debilitándolos. Si bien la luz UV no puede causar desvanecimiento en los colores estructurales en sí mismo <sup>491</sup>, ésta pérdida de integridad estructural puede alterar la apariencia de los colores estructurales (NPS, 2005) volviéndolos mates y apagados.

En las plumas se produce la ruptura de los enlaces moleculares del material, lo que provoca el desvanecimiento del color o cambio, su amarilleamiento y ocasionando fragilidad. Si la exposición a la luz es directa e intensa, el deterioro se producirá rápidamente, aunque es igualmente nociva la exposición a niveles moderados de luz durante periodos de tiempo prolongados, ya que el daño de la luz es acumulativo, aunque se haya conservado el objeto en un rincón oscuro (Bhisop Museum, 1996).



**Figura 215. Decoloración de los colores marrones en las plumas a base de carotenoides en un pito real de la Facultad de Bellas Artes (UCM).**



**Figura 216. Daño mecánico en las bárbulas de las plumas blancas de un águila real que no aparece en las plumas negras compuestas por melanina. Facultad de Bellas Artes de Madrid (UCM).**

El primer indicio de este daño es encontrar pequeños trozos de las barbas de las plumas caídas (en el suelo, en el embalaje o paquete o en el suelo de la vitrina). Para entonces, dice el Museo Bishop, ya es tarde para salvar o reparar la pluma (Bhisop Museum, 1996).

Los psittacofulvinas, presentes principalmente en el plumaje de los loros, podrían ser algunos de los pigmentos más susceptibles de decoloración (Solajic y otros, 2002 citado por Hudon, 2005).

Pero al margen de la pérdida de color, también se produce la reducción de las propiedades mecánicas de las plumas que varían de unas especies a otras (Borgudd, 2003).

Con respecto a las pieles, en los experimentos realizados por Joscelyn Hudon en 2005, en los que estudió el efecto de la luz sobre tres pieles de diferentes animales (visón, nutria y marta), se pudo determinar que no todas las especies respondían de la misma manera a los ensayos de

---

<sup>491</sup> Se puede decir que puede hacerlo en colores mixtos como un verde metalizado (formado por la combinación de melanina para dar el negro, caroteno que da el amarillo, y la estructura de la pluma que dará lugar al efecto metalizado). Éste cambiará de color volviéndolo más azulado por la pérdida del caroteno (color biológico).

envejecimiento acelerado. De hecho, las pieles de animales como la nutria y el visón enrojecieron y la marta tardó más en volverse roja. Por otra parte, el visón y la nutria oscurecían inicialmente para aclarándose después, mientras que la marta se decoloraba gradualmente. Hudon aclaraba, sin embargo, que estas pruebas no podían ser determinantes. De esta manera concluía que los sistemas de color tegumentarios varían notablemente de una especie a otra en cuanto a sensibilidad y respuesta a la exposición a la luz (inclusive los colores compuestos por un solo pigmento o los sistemas estructurales) (Hudon, 2005).

#### Huesos, marfil

La exposición a la luz visible y ultravioleta provoca la decoloración del color natural del marfil (MNHS, s.f.).

#### Rellenos

El algodón se deteriora por efecto de la luz, especialmente por efecto de la radiación UV, oxidándolo y causando una pérdida gradual de resistencia y elasticidad, además de amarilleamiento (Huertas, 2010). La luz solar afecta a la resistencia mecánica del lino (Huertas, 2010).

Los plásticos si están recubiertos son muy estables, pero la exposición a la radiación UV es letal. La radiación UV provoca la degradación de todos los plásticos en mayor o menor medida, debido a la alteración de las cadenas poliméricas constitutivas (Lobato y Ercilla, 2012). Esto no solo provoca un cambio mecánico (descohesión en situaciones extremas) sino también una variación cromática, amarilleando<sup>492</sup> o empalideciendo el plástico (Lobato y Ercilla, 2012).

En otras ocasiones se puede dar un entrecruzamiento de las cadenas poliméricas, provocando un aumento de rigidez, volviendo el plástico más frágil (Lobato y Ercilla, 2012).

#### El vidrio

El vidrio si contiene manganeso, que es típico del siglo XIX, se vuelve violeta tras unos meses de exposición a la luz (Michalski, 1987).

#### Policromía

Respecto a los “pigmentos pictóricos”<sup>493</sup>, presentan entre ellos una estabilidad diferente frente a la luz, que actualmente se marca en los catálogos comerciales. La mezcla de varios pigmentos puede variar la estabilidad, reduciéndose al valor del pigmento al menos estable (Huertas, 2010). Por ello, la descripción individual de cada pigmento es una aproximación. Además otros factores como el tipo de aglutinante o la presencia o no de barnices pueden variar igualmente estos parámetros. De manera general, los colores de tipo orgánico son menos estables frente a la luz que los inorgánicos, salvo los negros (de marfil o hueso) que al tener una composición a base de carbón son muy estables.

La luz UV combinada con el oxígeno, acelera el amarilleamiento del óleo (oxidación) (San Andrés, 2005).

---

<sup>492</sup> En el poliéster se debe a la formación de estructuras conjugadas, en ocasiones polienos o dobles enlaces conjugados en estructuras carbonilo o aromáticas (Lobato y Ercilla, 2012).

<sup>493</sup> Los llamaremos así para diferenciarlos de los pigmentos biológicos del animal.

Por otro lado, puede decolorar las lacas, más inestables a la acción de la luz debido a la sensibilidad a la luz de, en general, los colorantes naturales (San Andrés, 2005). El azul de cobalto, ( $\text{CoO Al}_2\text{O}_3$ ) también conocido como azul de Thénard, es muy estable frente a la luz. El azul de Prusia ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) también es resistente a la luz, a pesar de tener naturaleza orgánica (San Andrés, 2005). Así mismo, el ocre ( $\text{Fe}_2\text{3nH}_2\text{O}$ ), azul ultramar, amarillo de cadmio ( $\text{CdS}$ ) y el rojo de cadmio. Sin embargo el amarillo de cromo ( $\text{PbCrO}_4$ ) no es completamente estable frente a la luz y oscurece con el envejecimiento, pudiendo volverse verdoso (Matteini y Moles, 2001).

La mayoría de los barnices a base de resinas naturales se ven afectados por la luz, amarilleando con el tiempo. En algunos de ellos este efecto es más acentuado, como en resinas de colofonia. Las resinas mastic y dammar se ve que amarillean en menor medida. Las resinas sintéticas como las acrílicas son más estables frente a la luz (Huertas, 2010).

#### 14.2.4 Ataque biológico

---

Las colecciones biológicas en seco contienen numerosos materiales orgánicos atractivos para algunas plagas de insectos (NPS, 2005) y otras infestaciones biológicas. Entre otras cosas, la queratina contiene azufre, que resulta muy apetecible para las plagas de insectos, especialmente para las polillas de la ropa y los escarabajos derméstidos (Bishop Museum, 1996).

Además de los ácaros presentes en el polvo y de los hongos que proliferan en ambientes húmedos y cuyas esporas son también transportadas por el aire, los insectos constituyen una amenaza peligrosa, en especial aquellos que atacan a las colecciones en seco, soportes celulósicos y madera, como son los derméstidos, anóbidos, pínidos, noctuidos, psócidos, etc. Otros animales nocivos son los roedores (Barreiro et, al, 1994). Igualmente, las bacterias también pueden resultar perjudiciales.

El material fresco que no ha sido secado totalmente es el que más riesgo sufre (NPS, 2005).

El 50% de las contaminaciones biológicas se producen por uno de estos tres motivos:

- Introducción de nuevos ejemplares en la colección.
- Reintroducción de ejemplares contaminados tras las consultas o préstamos.
- A través del sistema de ventilación.

Del 50% restante, el 36% es de origen desconocido y el 14% se debe a causas menores. De esta manera el 50% de las plagas podrían evitarse sometiendo a los ejemplares que ingresan en las colecciones a tratamientos preventivos (Szent-Ivani, 1969, citado por Barreiro et, al., 1994).

Si existen indicios de ataque, es importante determinar si éste aún está activo. En la madera puede constatarse limpiando la superficie de apoyo de la pieza, y observar si aparece polvo de aserrín de

nuevo. Esto es igualmente extrapolable a las plumas y el pelo donde aparece un polvillo del color de la pieza que están comiendo y marquitas de mordedura.

#### Bacterias:

El ataque por bacterias solo se producirá en condiciones extremadamente húmedas, alentadas por sales delicuescentes y humedad relativa alta (Horie, 1988). El principal alimento de las bacterias son las proteínas, de las que eliminan los enlaces de unión en su estructura produciendo el debilitamiento de las pieles. Los apéndices queratinosos como el pelo, las uñas y las plumas son algo más resistentes. La presencia de bacterias se hace latente por un olor fuerte desagradable y la aparición de manchas en la piel (Horie, 1988).

#### Hongos:

Las plumas y las pieles pueden ser atacadas por hongos queratinofílicos, entre los que se encuentran del género *Chrysosporium*, (encontrados más frecuentemente en aves y mamíferos vivos), y no queratinofílicos como el *Aspergillus* y *Penicilium* entre otros. Los segundos dan lugar a una decoloración de la superficie negra y verde. Sin embargo los primeros pueden causar la degradación de la piel. (Nigam et al., 1994).

El ataque por hongos se inicia en la superficie externa y continúa si la humedad relativa se sitúa por encima del 68 % o si las sales delicuescentes fomentan la retención de humedad. (Horie, 1988).



**Figura 217. Hongos queratinófilos en plumas**

Los hongos pueden atacar, así mismo, los huesos, marfil y dientes, sobre todo si la HR sube por encima del 60 % durante periodos de tiempo prolongados. La infestación por hongos se reconoce con facilidad porque crece sobre las piezas una película aterciopelada verde o blanca (MNHS, s.f.) y desprenden un olor a humedad (Horie, 1988). El moho puede causar no solo daños a las piezas sino también constituir un riesgo para el ser humano, ya que pueden ocasionar problemas de salud (MNHS, s.f.)

El algodón, por ejemplo, empleado en los rellenos de aves, es especialmente, sensible a ataques de mohos y bacterias. (Huertas, 2010).

#### Insectos:

Existe una gran variedad de insectos que se alimenta de las colecciones de historia natural. La mayoría de ellos se encuentran escondidos y el daño no es visible hasta que resulta grave (Horie, 1988).

Las especies de insectos varían en función de las colecciones (constituidas por la predominancia de unos materiales u otros (NPS, 2005) y además cada en país existen insectos específicos con subespecies diferentes aunque, a grandes rasgos, los insectos que atacan a las colecciones pertenecen a las mismas familias.

Los insectos tienen hábitos diferentes según la especie, en la que pueden diferenciarse incluso comportamientos de larvas y adultos. Unos se alimentan de barbas y bárbulas de las plumas, otros de la base del tallo del pelo. Los que ingieren colágeno, atacan a la piel provocando el colapso del espécimen, etc. (Horie, 1988). También se pueden especializar por materiales o ser polípagos.

Algunas especies son capaces de atravesar la pared de un cuerno cuando llega el momento de su apareamiento, dejando característicos orificios de salida y excrementos (Horie, 1988).

Los insectos no sólo causan pérdida parcial (o total) del espécimen, también aportan suciedad (Horie, 1988). De esta manera, las huevas y excrementos de las polillas y los escarabajos que comen piel y pelo<sup>494</sup> se adhieren a los pelos tanto que es difícil eliminarlos (Heiberger, 2002).

Las plagas de insectos que atacan lana, pieles, plumas y textiles crean la mayor destrucción de pieles y especímenes de mamíferos y aves. Un número de diferentes especies de escarabajos, como los de las alfombras, los de museos y de cuero (todos pertenecen a la familia Dermestidae) se han generalizado en muchos museos, instituciones y establecimientos de todo el mundo. (Pinninger y Harmon, 1999)<sup>495</sup>.

#### **Los escarabajos de las alfombras y del pelaje.**

Pertenecen a la familia de los derméstidos. Los más comunes son *Anthrenus* sp. y *Attagenus* sp. Todas las especies de escarabajos de las alfombras son muy activas. Son muy voraces y acaban rápidamente con especímenes de animales, pieles y plumas y tejidos de lana. Son difíciles de erradicar (Pinninger y Harmon, 1999)

#### **Escarabajos de la piel y el cuero**

Su nombre científico es *Dermestes maculatus* y pertenece a la familia de los derméstidos.

Estos escarabajos comen proteínas de origen animal como cadáveres de animales secos, cuero sin curtir y pieles (Pinninger y Harmon, 1999).

Los cuernos, barbas y garras son menos susceptibles al ataque de insectos que las púas, el pelo y las plumas que son propensas a sufrir ataques de escarabajos derméstidos, así como de escarabajos del cuero (*Dermestes maculatus*) y de la alfombra (Storch, 2004).

#### **Polillas de la ropa**

Varias especies de polilla atacan especímenes de animales y productos textiles como la *Tinea pellionella* o polilla de estuche o la *Tineola bisselliella*, o polilla tejedora. Las infestaciones realizadas por

---

<sup>494</sup> La polilla prefiere la piel y el pelo a otro tipo de tejido como la lana (Heiberger, 2002)

<sup>495</sup> Dentro de los productos atacados estarían los adhesivos empleados como colas animales o destrinas. Sin embargo las resinas de los maniquís no son atacadas por insectos.

la *Tineola bisselliella* son más sucias, (debido a las presencia de estuches de seda con excrementos) que los correspondientes a los daños realizados (Pinningger y Harmon, 1999).

El pelo puede ser también atacado por las polillas de la ropa. El ataque de estos insectos dejará orificios, excrementos y fragmentos sueltos (Storch, 2004)

Los textiles sucios son más atractivos para el ataque. El algodón limpio corre menos riesgo de ser atacado por la polilla de la ropa, o los escarabajos de alfombra (Pinningger y Harmon, 1999).

### **Escarabajos Biscuit**

Conocido como escarabajo de la galleta, El *paniceum* se encuentra extendido por todo el mundo.

Ataca al cartón piedra, que contiene almidón, y parece atacar también a animales liofilizados. Tienen gran capacidad para sobrevivir y reproducirse, a pesar de la presencia de tóxicos y especias que serían extremadamente nocivas para otros animales. (Pinningger y Harmon, 1999).

### **El escarabajo del tabaco**

El *Lasioderma serricorne* ataca también a una amplia gama de material vegetal y animal (Pinningger y Harmon, 1999).

A continuación se encuentran varias especies de insectos no especializados o que no se alimentan de la proteína de los especímenes, como detritívoros generales, comedores de hongos y carroñeros, que incluyen diferentes especies de insectos. Suelen causar niveles bajos de daños, pero en ocasiones su número aumenta de tal manera que pueden causar graves deterioros. (Pinningger y Harmon, 1999).

### **El Escarabajo araña**

Los *Ptininae* causan daños a especímenes de herbario, pieles de animales y colecciones de insectos. Toleran temperaturas más bajas que otros escarabajos (Pinningger y Harmon, 1999)

### **Los piojos de los libros**

También denominados psocópteros, es uno de los insectos más comunes y problemáticos. Se alimentan de hongos en un amplio rango de sustratos, incluyendo la harina, papel y cartón, dañando los materiales por la acción de "pastoreo"<sup>496</sup>.

Se desarrollan a altas humedades que también propician el crecimiento de hongos, aunque el *Liposcelis* puede tolerar condiciones más secas y se desarrollará con humedad relativa incluso con valores de alrededor del 60%. (Pinningger y Harmon, 1999)

### **Las lepismas**

El más conocido es el pececillo de plata, *Lepisma saccharina*. Está asociado a la presencia de humedad y por lo general requiere de humedad localizada por encima del 75 -80 % para reproducirse y multiplicarse. Sin embargo el insecto de fuego, *Lepisma Thermobia* sp., se encuentra en ambientes más cálidos y secos.

---

<sup>496</sup> Cuando estos insectos se alimentan en la superficie, indirectamente la van dañando.



Son carroñeros generales que se alimentan de mohos microscópicos en una amplia variedad de alimentos, incluyendo adhesivos y tinta sobre papel. La *Lepisma saccharina* daña libros, papel, tapices, etiquetas, sellos, especímenes de herbario y textiles (Pinningger y Harmon, 1999)

### **Las cucarachas**

A nivel mundial, las cucarachas son una de las plagas más graves asociadas a la vida diaria del hombre.

Estos insectos se alimentan de una amplia gama de materiales y causan manchas de excrementos. Las infestaciones pueden ser difíciles de erradicar, incluso con el uso de plaguicidas persistentes (Pinningger y Harmon, 1999)

Por otro lado, las plagas que atacan la madera son variadas. Muchos de los insectos xilófagos más destructivos son los escarabajos, incluyendo la carcoma común *Anobium punctatum*, el escarabajo del polvo de la madera *Lyctus sp.*, u otros escarabajos como *Hylotrupes bajulus*, el bostrychid o el *Sinoxylon sp.* (Pinningger y Harmon, 1999)

La carcoma puede atacar a los maniqués y otros materiales de madera (Horie, 1988, p) como las peanas.

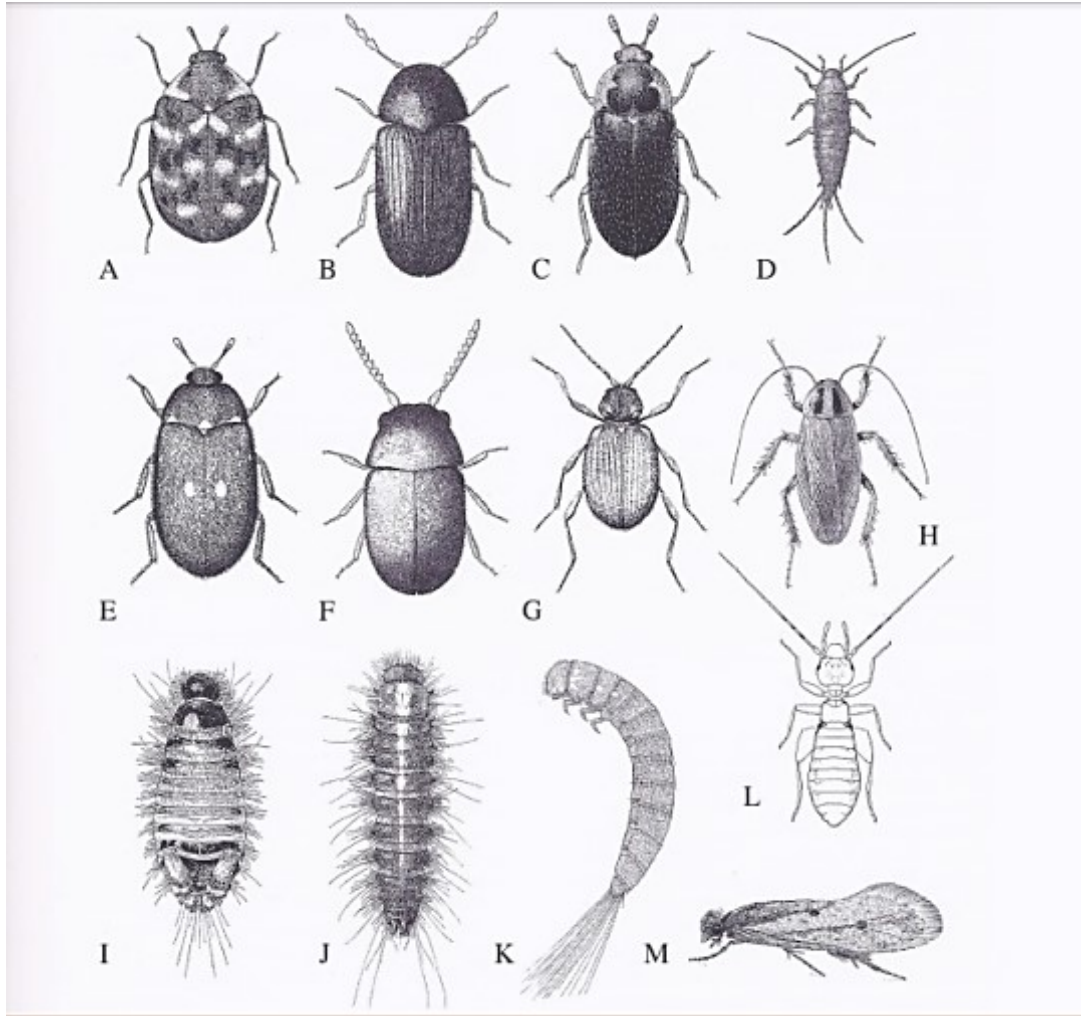
### **Hormigas**

La mayoría de las especies de hormigas están asociados con la madera en descomposición, pero hay especies de *Camponotus* como el Hércules o carpintero hormiga *C. herculeanus* que construyen sus nidos en maderasana (Pinningger y Harmon, 1999)

Existen numerosas especies de termitas. Las termitas que atacan la madera seca a menudo son las que causan el mayor daño a los artefactos y atacan también otro tipo de materiales celulósicos, como los libros. El ataque puede ser identificado porque produce gránulos en forma de semillas de amapola.

Los objetos de madera pueden estar muy dañados antes de que se perciba la infestación, porque suelen dejar una capa fina de madera en buen estado en el exterior.

La erradicación de termitas en museos puede resultar extremadamente difícil. (Pinningger y Harmon, 1999)



**Figura 218. (A) *Anthrenus verbasci* adulto; (B) *Stegobium paniceum* adulto; (C) *Dermestes maculatus* adulto; (D) *Lepisma saccharina* adulto; (E) *Attagenus pellio* adulto; (F) *Lasiodenna sen'icome* adulto; (G) *Pinus tectus* adult; (H) *Blattella germanica* adult; (I) *Antrenus* sp. larva; (J) *Dermestes* sp. larva; (K) *Attagenus* sp. larva ; (L) *Liposcelis bostrychophilus* adulto; (M) *Tinea pellionella* adulto . Basado en la ilustración © The Natural History Museum. (Pinniger y Harmon, 1999).**

#### Roedores:

Los roedores, especialmente los ratones, no sólo pueden comerse los especímenes (aunque no es frecuente), sino que lo más habitual es que utilicen el pelo, las plumas y los rellenos como materiales de anidación, causando graves daños en los especímenes (Horie, 1988).

Los huesos, astas, marfil o dientes no son particularmente susceptibles al ataque de insectos; sin embargo los roedores y otros mamíferos pequeños pueden causar daños importantes al roer la superficie de estas piezas. Además, atacan la dentina de los dientes (MNHS, s.f.)

Los roedores son identificados fácilmente por sus excrementos profusos, marcas de raimiento y otros hábitos (Bennett et al., 1988; Meehan, 1984 citados por Pinninnger y Harmon, 1999).



**Figura 219.** Dos especímenes del MNCN-CSIC (una liebre y un canguro) que presentan el vientre “roído” por la formación de una madriguera de un roedor.

#### 14.2.5 Contaminantes

---

Los contaminantes atmosféricos se conocen como tales desde principios del siglo XIX (Baer et al., 1985 citado por Barreiro et al., 1994). Los principales son (Barreiro et al., 1994):

- Contaminación emitida por los materiales de contenedores como el formaldehído. Los materiales de almacenamiento y expositivos pueden contribuir con diversos ácidos orgánicos, formaldehído y compuestos de azufre (Horie, 1988). Contaminantes que penetran por los sistemas de refrigeración como el óxido de azufre, de nitrógeno, ozono, etc.
- Contaminación emitida por diversos materiales como adhesivos, películas fotográficas presentes en las colecciones como aquellas constituidas por acetato de celulosa, que en presencia de humedad medioambiental genera ácido nítrico o por acetato de celulosa, que emite ácido acético.
- Ácidos volátiles emitidos por los materiales almacenados.

Contaminantes atmosféricos intrusivos como óxidos de azufre, de nitrógeno, ozono, residuos de tabaco, aerosoles salinos o micropartículas de fibras textiles. Los componentes de un aire limpio son nitrógeno, oxígeno, vapor de agua, dióxido de carbono, pequeñas cantidades de amoníaco, dióxido de azufre y polvo. (Horie, 1988). La contaminación industrial añade a esta composición grandes proporciones de otros compuestos o aumenta los ya existentes como el dióxido de azufre, las partículas (aceitosas e inertes o solubles en agua), los óxidos de nitrógeno y el ozono (Horie, 1988).

El oxígeno está relacionado con el envejecimiento (*in vitro* e *in vivo*) de la piel, al formarse entrecruzamientos en el colágeno. (Horie, 1988). En pieles viejas como el pergamino, en ocasiones esto se traduce en un descenso de la temperatura de contracción (desnaturalización), pudiendo darse a temperatura ambiente en algunos casos (Horie, 1988). Esto parece ser debido a la despolimerización masiva de las moléculas de colágeno. Como consecuencia, estos materiales se vuelven extremadamente frágiles y pierden resistencia (Horie, 1988).

La combinación de luz UV y oxígeno, también modifica la temperatura de contracción de los materiales. En casos en que la estructura del colágeno ha estado protegida de la oxidación, como en el hueso enterrado, el daño que se ha observado es leve en oposición a aquel hueso zoológico preparado y preservado durante algún tiempo. En este último caso, los huesos muestran contracción del colágeno, agrietándose el hueso cuando se someten a tratamientos de desengrasado (Horie, 1988).

Así mismo, las plumas y el pelo sufren oxidación, produciéndose en ellos una reducción de la resistencia física sobre todo frente al estiramiento y el doblado. En una situación extrema, el pelo puede romperse por su propio peso o al mínimo contacto (Horie, 1988).

El estrato córneo reaccionará de manera similar (Horie, 1988). Al erosionarse la queratina de la superficie y perturbarse la estructura general de las piezas, éstas pierden su brillo y color original (Horie, 1988).

Los objetos en colecciones etnográficas y colecciones auxiliares de Historia natural contienen muchos tipos de aceites vegetales como componentes de recubrimientos de barniz, pinturas y lubricantes, aplicados originalmente o como resultado de una operación de conservación-restauración posterior.

Estos aceites, compuestos principalmente de ésteres glicerol de ácidos grasos insaturados, reaccionan con el oxígeno a través de procesos de radicales libres y entrecruzamiento para formar polímeros de propiedades variables (auto oxidación). Estos cambios generan la pérdida de peso del material. (Tumosa y Mecklenburg, 2003).

En general las resinas de los rellenos si están al aire se ven afectadas por los contaminantes, como el oxígeno<sup>497</sup>, el ozono, el dióxido de azufre, de nitrógeno etc. Estos daños generalmente suelen afectar solo a la capa exterior del plástico, que está más en contacto con el exterior (Lobato y Ercilla, 2012).

Respecto a los compuestos derivados del azufre, tanto la piel como el pelo son conocidos por absorber el dióxido de azufre en el aire. En contacto con la humedad, puede transformarse en ácido sulfúrico, provocando un ataque ácido y llevando a la desintegración de la estructura del colágeno y la unión entre las unidades queratina (Horie, 1988). Provoca, así mismo, la reducción de la resistencia de las fibras individuales que, al extenderse a toda la estructura del tejido, puede provocar la desintegración debida a su propio peso. (Horie, 1988).

Los compuestos de azufre son emitidos por tejidos expositivos y también por la descomposición lenta de la queratina del cabello o las plumas. Estos compuesto emanados no suelen causar efectos nocivos pero son indicativos de la inestabilidad de la queratina (Horie, 1988).

---

<sup>497</sup> Los daños que pueda provocar el oxígeno se potencian con la presencia de temperatura y radiación UV.

Los compuestos de azufre también pueden afectar a algunos pigmentos existentes en las policromías. La creta ( $\text{CaCO}_3$ ) en presencia de azufre podría transformarse en yeso y volverse soluble. El blanco de plomo ( $\text{PbCO}_3$ ) $_2$ - $\text{Pb}(\text{OH})_2$  forma una película muy estable con el óleo, pero con el envejecimiento esta capa se va volviendo más transparente al oxidarse el aceite y acercarse al índice de refracción del pigmento. Por otro lado, puede reaccionar con compuestos que contengan azufre como el ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dando lugar a la formación de sulfuro de plomo ( $\text{PbS}$ ) de color negro (Matteini y Moles, 2001). Este problema también lo sufre el amarillo de cromo ( $\text{PbCrO}_4$ ) (Matteini y Moles, 2001).

El blanco de cinc también reacciona con el ácido sulfhídrico pero no ennegrece, ya que forma otro compuesto de color blanco, el litopón ( $\text{ZnS}$ .  $\text{BaSO}_4$ ) (San Andrés, 2022). Sin embargo el azul de cobalto ( $\text{CoO}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), también conocido como azul de Thenard es muy estable a los reactivos químicos (Matteini y Moles, 2001).

El óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), otro contaminante, se convierte en presencia de humedad en ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), que es un agente oxidante y corrosivo (Simmons y Muñoz-Saba, 2005)

En relación a los óxidos de nitrógeno, se desconoce su acción sobre la proteína. Probablemente se producirán reacciones similares a las que aparecen debido a la acción del dióxido de azufre, aunque la concentración del primero suele ser menor que la correspondiente a este último. Los efectos nocivos del ácido sulfúrico a veces enmascaran a los del ácido nítrico (Horie, 1988).

El ozono puede generarse en ambientes del museo a causa del empleo de extractores de polvo electrostáticos que resultan, obviamente, inadecuados (Horie, 1988). Es un agente muy reactivo de oxidación (Simmons y Muñoz-Saba, 2005) y causa daños en materiales orgánicos, papel y celulosa (Simmons y Muñoz-Saba, 2005). El colágeno se ve afectado a bajas concentraciones de ozono (Horie, 1988) pudiendo destruir las cadenas moleculares en las plumas (Schaeuffelhut et al., 2002).

Muchos materiales utilizados en el ámbito expositivo como maderas, pinturas y adhesivos pueden emitir vapores de ácidos orgánicos (Horie, 1988). Los ácidos orgánicos pueden afectar a la estabilidad de los minerales del hueso u oxidar las estructuras metálicas internas de especímenes montados, como el hierro que se oxida activamente bajo la influencia de estos ácidos. (Horie, 1988).

El formaldehído puede aparecer en forma de emanación en paneles de construcción como contrachapados o paneles de aglomerado, donde puede haberse empleado como adhesivo de sus partículas constitutivas o como lámina que las recubre (urea formaldehído, melamina formaldehído). Si es liberado en un espacio cerrado como una vitrina de exposición, puede reaccionar con los materiales constituyentes de los especímenes, como el colágeno u otras proteínas donde la reticulación se ve modificada, con lo que los materiales adquieren rigidez y son, por tanto, menos extensibles (Horie, 1988).

Respecto al vidrio, una vez se ha lixiviado, los contaminantes empeoran el deterioro. Los depósitos alcalinos van a reaccionar con los gases ácidos ambientales formando compuestos insolubles también alcalinos. Si éstos depósitos son más alcalinos acaban atacando la superficie del vidrio y esta reacción se retroalimenta, potenciándose el efecto del sudado del vidrio (Pavao, 2002).

#### 14.2.6 Problemas con el pH

---

El pH es el coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución. El pH neutro es 7. Si el número es mayor, la solución es básica, y si es menor la solución es ácida.

El grado de daño puede crecer si la HR y la temperatura aumentan (Bishop Museum, 1996).

Entre otras consideraciones, debe tenerse en cuenta el grado de "fuerza" de las bases y los ácidos ya que algunas no provocarán daños importantes o ningún daño en absoluto en función de con quién se combinen.

Los efectos que pueden causar son los siguientes:

##### pH ácido:

Un pH ambiental ácido, igual a 6 o inferior, provocará la descomposición de la queratina del plumaje, debilitándolo (Bishop Museum, 1996).

El almacenaje en cajas de madera o junto a papeles o cartones degradados expone a las piezas a un ambiente ácido (Bishop Museum, 1996). Las soluciones ácidas atacan la parte inorgánica del compuesto, dejando los huesos blandos y deformados (NPS, 1999). Esto es extensible a otros materiales como el marfil, las cornamentas y los dientes, que son atacados por los ácidos (MNHS, s.f.).

Respecto a algunos materiales existentes en los rellenos, el algodón es sensible a la acción de los ácidos y ataques de hongos y bacterias. (San Andrés, 2005).

Los ácidos fuertes también atacan al fosfato de calcio, constituyente mineral de los huesos, debilitando su superficie (Horie, 1988).

Los ácidos también causan la pérdida del ADN (Horie, 1988).

##### pH Básico:

Un pH básico, de valor igual a 8 o superior afecta más a la estructura de las plumas que un pH ácido, ya que daña específicamente el amino ácido triptófano presente en la pluma (Bishop Museum, 1996).

Muchos jabones y detergentes tienen un pH básico (Bishop Museum, 1996), así que debe tenerse cuidado con su uso.

Se ha observado que, a menudo, los especímenes montados conservan alguna parte del esqueleto, sobre todo el cráneo. Para poder utilizar los huesos, éstos han de ser limpiados a fin de eliminar los restos orgánicos mediante maceración prolongada o soluciones de enzimas entre otros procedimientos. Estos tratamientos pueden degenerar en deterioros si los restos de soluciones de enzimas no han sido eliminadas adecuadamente o si soluciones de lejía, de amoníaco o cloro con un pH alto empleados para limpiarlos y/o blanquearlos, no han sido debidamente neutralizadas, degradando las proteínas de huesos y dientes y volviéndolos frágiles (NPS, 1999).

Como se ha comentado, no sólo se debe tener en cuenta el pH, sino el tipo de ácidos y bases que existen, fuertes o débiles (Thomson, 2006).



Durante la fabricación de las pieles, como se ha indicado, se emplean ácidos, bases y sales. Pero el valor del pH de la piel en rangos inadecuados no siempre significa que la piel vaya a sufrir un deterioro, sino más bien la presencia de ácidos fuertes como el ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . De hecho existen realizados con el fin de determinar la presencia o no en la piel de un ácido fuerte. Por ejemplo, la podredumbre roja que afecta a cueros con curtidos vegetales, se considera está causada por la acción de ácidos fuertes, especialmente aquellas procesadas con taninos condensados. Estos ácidos, especialmente el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), pudieron haber sido añadidos a la piel durante su procesamiento o quizás se han formado posteriormente a partir del dióxido de azufre presente en la contaminación atmosférica. (Thomson, 2006).

La ausencia de un ácido fuerte en un estudio analítico realizado a una piel no significa que nunca haya estado allí, sino que posteriormente ha podido ser neutralizado. Así mismo, la presencia de un ácido fuerte o de un pH inapropiado en la piel<sup>498</sup> no siempre significará que un cuero vaya a deteriorarse (Thomson, 2006).

El pH también afecta a los pigmentos existentes en las policromías. El pH ácido afecta a varios pigmentos. Entre ellos, la creta ( $\text{CaCO}_3$ ) y el blanco de plomo que, al ser carbonatos, son solubles en ácidos diluidos y ácido acético, en los cuales se produce una efervescencia al liberarse  $\text{CO}_2$ . El azul ultramar ( $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Na}_2\text{S}$ ) es un pigmento muy estable, pero la acción de los ácidos puede provocar su decoloración. El esmalte es inestable cuando se aglutina al óleo (pH ácido) y se decolora igualmente (San Andrés, 2005). También el blanco de zinc ( $\text{ZnO}$ ) se ve afectado por el ácido acético (Huertas, 2010). Debe tenerse esto en cuenta como se irá viendo durante las operaciones de restauración, como el uso de resinas con un pH ácido.

Respecto a los medios alcalinos, el blanco de zinc es soluble en éstos. El azul de Prusia ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) se descompone bajo la acción de los álcalis (Matteini y Moles, 2001) y ha de tenerse cuidado con las reservas alcalinas. Respecto al amarillo de cromo ( $\text{PbCrO}_4$ ), las coloraciones claras viran a rojo en contacto con un medio básico (Matteini y Moles, 2001).

Sin embargo, el blanco de titano es muy estable, tanto frente a bases como a ácidos (Matteini y Moles, 2001).

---

<sup>498</sup> Cada tipo de curtido o de preparación de la piel presenta un pH “idóneo”. Por ejemplo el curtido al cromo suele estar entre 3-3,5 pH (<http://www.minicursrl.com/tenido.html>), el curtido al alumbre

#### 14.2.7 Polvo

La composición del polvo varía mucho. Por ejemplo, en las ciudades porta contaminantes, en zonas de costa elementos salinos y en lugares con humedad más presencia de ácaros o esporas de hongos.

El polvo no solo ensucia los materiales sino que, además, al depositarse sobre los ejemplares, puede producir reacciones químicas entre estos y los elementos que transporta. Por otro lado, el polvo absorbe la humedad ambiental. También transporta ácaros u otros organismos que pueden provocar plagas en las colecciones. No hay que olvidar que actúa como abrasivo de las superficies cuando se produce cualquier roce (Barreiro et. al, 1994).

El polvo puede adherirse a través de diversos mecanismos. Muchas de las partículas son aceitosas y otras, la mayoría, se unen al material orgánico por atracción electrostática entre sí (Horie, 1988).

Hay materiales que son más propensos a atraer el polvo, o cuya estructura da lugar a que se incruste con facilidad en las distintas oquedades, como en el caso de las plumas. Por ejemplo, los aceites presentes en las plumas atraen el polvo (Bishop Museum, 1996). El Museo Bishop, ubicado en Hawai (USA), indica en sus publicaciones que el polvo allí está compuesto mayoritariamente por partículas minerales y fibras de celulosa, pudiendo provocar los primeros daños de tipo abrasivo y, si no se retira bien, dañar los ganchos de las bárbulas de las plumas. Por otro lado, las sales y los componentes fibrosos atraen y retienen la humedad en la superficie de las plumas lo que, combinado con pHs muy ácidos o alcalinos, potencia los daños que se puedan producir. El resultado es una pérdida de brillo y de suavidad en las plumas (Bhisop Museum, 1996).



**Figura 220. Polvo superficial en un Faisán obra de Benedito propiedad de la Facultad de Bellas Artes de la UCM, Madrid.**

## 14. 2. FACTORES EXTRÍNSECOS DE DEGRADACIÓN

### 14.2.7. POLVO

---

La limpieza del polvo de un espécimen solo es posible si el pelo (o la pluma) está lo suficientemente fuerte como para resistir el proceso, lo que no ocurre en el caso por ejemplo de materiales debilitados por la presencia de partículas de dióxido de azufre. (Horie, 1988).

#### 14.2.8 Manipulación inadecuada y restauraciones desacertadas

La manipulación inapropiada es una de las mayores causas de daño en especímenes montados. Es fácil romper una cola o dañar las plumas si los objetos son sustentados con tosquedad (CCI, 1988).

Las figuras con elementos extendidos, las colas, patas, cuernos y orejas (especialmente en posición vertical) (NPS, 1999), están expuestos a sufrir accidentes al ser manipulados (Horie, 1988).

Uno de los daños más nocivos para las plumas es la abrasión mecánica que se produce durante la manipulación de las piezas, pudiendo romperse las estructuras de las plumas, como los ganchitos y las barbas de las plumas de contorno (Bishop Museum, 1996). De igual manera, es muy fácil doblar o romper las plumas y desgastarlas, con la consiguiente pérdida de pigmentación e iridiscencias (color estructural) (Bishop Museum, 1996).



**Figura 221. Pérdida del color estructural azul viéndose el negro de la melanina**

Cuanto más se manipule la pieza, más posibilidades hay de que se produzcan estos daños mecánicos (Bishop Museum, 1996).

Es importante la formación y experiencia adecuada para manipular este tipo de piezas. (Horie, 1988). Velson Horie en "*Conservation of natural history specimens. Vertebrates*" cita un canguro en el cual la oreja ha sido sustituida al menos cuatro veces. El personal carente de experiencia a menudo eleva al animal por estas partes sobresalientes y los montajes recién hechos no pueden soportar el peso del resto del espécimen. Los peligros de dañar el espécimen son mayores si los materiales de relleno son pesados o son especímenes antiguos (Horie, 1988).

En este apartado se incluyen también aquellos deterioros que se producen durante las operaciones de conservación y restauración de especímenes al aplicar métodos, criterios o materiales inadecuados.

A veces el profesional conservador-restaurador constituye uno de los peores enemigos de las obras de arte, porque, en ocasiones se toman decisiones desacertadas que ponen en peligro la estabilidad y futura pervivencia del objeto que se ha intervenido, al emplear procedimientos inapropiados o

efectuar operaciones excesivamente invasivas. Estas operaciones inadecuadas provienen de la falta de conocimiento del material que se va a tratar, de los materiales que se van a emplear, de la interacción de ambos y, a menudo, a la exigencia de unas dotaciones económicas mínimas que se denominan en restauración "a la baja" o "de riesgo" y que actualmente son muy habituales en nuestro país.

Las operaciones de conservación y limpieza deben realizarse con cuidado y habiéndose asesorado de cómo realizar dicha intervención (Graemer y Kite, 2006)

La aplicación de tratamientos de regeneración que funcionan con un tipo de cuero concreto, como por ejemplo el alcóxido de aluminio disuelto en disolventes no iónicos polares que se aplica para estabilizar químicamente cueros afectados por podredumbre roja, causa daños irreversibles cuando se aplica a otros materiales que han recibido tratamientos de preparación diferentes como los pseudo cueros<sup>499</sup> etnográficos (Thomson, 2006).

Por estas razones, Roy Thomson, en "Conservation of leather and related materials", recuerda que es imprescindible saber exactamente cuál es la naturaleza del material que va a ser tratado antes de realizar cualquier intervención. Por tanto, debe identificarse el tipo de materia constituyente, conocerse el proceso de curtido empleado y el tipo y grado de deterioro que se ha producido. (Thomson, 2006).

Por otro lado, las pieles en los montajes de taxidermia están bajo una gran tensión, debido a que éstas a menudo contraen fuertemente para adaptarse al maniquí o relleno durante el secado, como un paso esencial en el montaje taxidérmico (las pieles se montan húmedas sobre el maniquí o relleno). El cambio de la posición original en los animales montados (durante algunas operaciones de restauración)<sup>500</sup>, cambia la distribución de las tensiones, causando a menudo que las pieles se desgarran o deformen (NPS, 1999).

Por otra parte, como se ha indicado, cada tipo de piel tiene una temperatura de contracción determinada o una reacción a la humedad propia que se modifica con el envejecimiento. Emplear métodos que no tengan en cuenta estas idiosincrasias puede poner en grave peligro a la pieza. Un ejemplo es el empleo de adhesivos termoplásticos o secado con calor en pieles crudas o semicrudas sin tener en cuenta qué rango de temperatura máximo ha de emplearse.

---

<sup>499</sup> Pieles semi curtidas

<sup>500</sup> Aclaración de la autora de esta tesis

### 14.2.9 Almacenaje inadecuado y problemas de espacio

---

Como en cualquier tipo de colección, el almacenaje es una de las situaciones comunes y que siempre plantea problemas derivados, bien de la cantidad de espacio físico disponible<sup>501</sup>, bien del hecho de que han de establecerse las condiciones adecuadas de HR, Temperatura, iluminación y embalaje. Las colecciones de historia natural no constituyen una excepción, especialmente los especímenes montados, que presentan el inconveniente añadido de que son materiales muy delicados, voluminosos, pesados, a veces tóxicos y muy atractivos para plagas.

El almacenaje de las obras puede llegar a ser una de las situaciones más peligrosas, ya que en ocasiones, apenas se aprecia lo que está ocurriendo en la pieza, al encontrarse frecuentemente apilados unas sobre otras.

No se deben almacenar objetos en áreas donde las condiciones medioambientales sean deficientes, por ejemplo cerca de tuberías con posibles fugas (alta HR) o radiadores (altas temperaturas), o sobre superficies de hormigón (contaminantes). Los objetos nunca deben estar ubicados cerca de las luces, ya que éstas pueden causar daños, tanto por el calentamiento localizado como por la radiación UV. Para evitar la decoloración en los especímenes, es preferible almacenarlos en oscuridad (CCI, 1988).

Los materiales de embalaje con un pH ácido o que puedan emitir emanaciones de contaminantes se deben evitar, como ocurre en otro tipo de colecciones.

---

<sup>501</sup> El espacio físico es determinante para la correcta administración y salvaguarda de las colecciones.



#### 14.2.10 Inconvenientes durante la exposición

---

Las colecciones de exhibición son las que se encuentran expuestas en mayor medida a sufrir daños de diferente naturaleza.

Éstos proceden muchos de los ya explicados: Por un lado, las condiciones de HR, temperatura e iluminación. Por otro lado el tipo de vitrinas expositivas, pudiendo generarse en algunos casos microclimas dentro de la vitrina aunque en el exterior las condiciones medioambientales sean las adecuadas.

La posibilidad de tener especímenes al aire sin ningún tipo de protección, incrementa la posibilidad de que se produzcan más daños por parte de los visitantes como accidentes, vandalismo o robo, éste último más propicio en sociedades poco respetuosas con el patrimonio. Se acrecienta además la acumulación de polvo y contaminantes sobre el espécimen y el daño por una iluminación excesiva (el vidrio es una especie de filtro natural de las radiaciones UV).

Por otro lado, los procedimientos de limpieza de las salas expositivas no suelen ser tan rigurosos como de las zonas de almacenaje, en cuanto al control de productos empleados.

Así mismo las visitas del público, aunque son deseables y necesarias (más en el MNCN-CSIC, ya que son una de las principales fuentes de financiación) pueden producir cambios significativos en el medioambiente. Los grandes grupos generan cambios en los niveles de temperatura, HR, y CO<sub>2</sub>. Las oscilaciones en los ciclos de visitantes (de tener las salas atestadas de gente a vacías por ejemplo en la hora de la comida) causarán, así mismo, fluctuaciones medioambientales. (Carter y Walker, 1999).

Cómo ya se ha comentado a lo largo de esta tesis, el MNCN-CSIC adolece de una falta de espacio y de recursos, tan alarmante que propicia que se produzcan las situaciones indeseadas que se están reflejando en este apartado, a pesar de los esfuerzos titánicos de sus empleados.

#### 14.2.11 Negligencia, accidentes, robos y vandalismo

---

La acción del hombre, por acción u omisión, constituye un grave peligro para las colecciones (Barreiro et al., 1994).

Las principales causas de negligencia incluyen (NPS, 2005):

- Conocimientos y habilidades insuficientes
- No proporcionar la documentación adecuada
- Apatía
- Falta de apoyo administrativo
- Desequilibrio de los recursos

La negligencia puede provocar sobre las colecciones (NPS, 2005):

- Daños
- Pérdidas
- Desorden (que impide el acceso a la colección)

El trato con descuido de las colecciones puede producir desperfectos en los ejemplares o pérdida de información (Barreiro et al., 1994). La desidia, la falta de conocimiento también derivada de esta apatía, ausencia o déficit de apoyo y recursos conducen a un fenómeno llamado disociación que consiste en la pérdida de documentación asociada a un espécimen, como etiquetas, inscripciones, facturas o información volcada en las base de datos<sup>502</sup>.

El desconocimiento, el desinterés y la desidia se concretan también en una inadecuada política de colecciones. Dichos obstáculos se crean en función de qué intereses rijan las colecciones y del presupuesto disponible. A menudo, se centraliza el interés en una parte exclusiva de la colección derivando los esfuerzos físicos y económicos a este sector y abandonando el resto de las colecciones. Estos intereses varían en función de la rotación de mandatos y del personal encargado de la salvaguarda de los bienes. La desidia puede provocar grandes deterioros en algunas parcelas olvidadas (Barreiro et al., 1994).

Otros problemas surgen de la actitud de parte de la población, que no respeta el patrimonio. El robo y vandalismo afecta principalmente a los ejemplares expuestos al público o a sectores que, como se ha comentado con anterioridad, se encuentran en estado de abandono, provocando la pérdida total o el deterioro de diversos tipos de piezas. A veces aun cuando las medidas de seguridad sean las adecuadas, la presencia en colecciones de historia natural de colmillos de marfil o incluso piedras preciosas hace que éstas sean muy atractivas para perpetrar golpes maestros muy elaborados.

---

<sup>502</sup> Para más información ver la página <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap03-eng.aspx> consultado 25-07-2014

Los accidentes de diversa naturaleza son frecuentes en las colecciones. Dentro de los éstos pueden citarse numerosas causas, gran parte de ellas a menudo relacionadas con la negligencia. Entre ellas pueden citarse las obras, traslados, incendios, inundaciones, cortes del suministro eléctrico, o catástrofes (estas últimas impredecibles en muchos casos).

Como ejemplo de accidentes y de la aplicación de una política de recursos adecuada, pueden mencionarse los cortes del suministro eléctrico, que afectan al funcionamiento de las medidas de control medioambiental, de seguridad y contra incendios. No hace mucho, en la mayoría de las instituciones españolas, cuando llegaba el fin de semana se desconectaba la corriente eléctrica (esto aún continúa ocurriendo en algunos lugares). Estas interrupciones ocasionan fluctuaciones constantes de temperatura y humedad y estresan a los materiales constituyentes de las ejemplares.

Las vibraciones producidas por el tráfico terrestre, ferroviario y aéreo, que se transmiten a las estructuras de los edificios y suelos, y por ende a armarios, estanterías y vitrinas dañan a las piezas naturalizadas entre otros, afectando a las esculturas internas, especialmente las de escayola, ya que poseen puntos frágiles en las zonas de unión de la pasta de yeso con la estructura interna que generalmente es metálica, o a las zonas muy finas donde piezas como las patas soportan gran cantidad de peso (Barreiro et al., 1994).

Otros deterioros se originan debidos a accidentes, como las inundaciones y humedades debido a roturas de cañerías, goteras, etc. o como los incendios fortuitos, de los que puede ponerse como ejemplo el ocurrido en 1988 en el museo de Ciencias, que produjo daños y destrucción en colecciones particulares de varios investigadores, y supuso la inversión extra de tiempo y dinero gastado en la limpieza de aves y mamíferos manchados con hollín como consecuencia del humo. También se perdieron equipamientos (Barreiro et al., 1994).

Los daños que se producen durante los incendios son numerosos y derivan del propio incendio o de aquellas operaciones de salvaguarda. De los primeros puede citarse la destrucción de las piezas total o parcialmente debido al alcance del fuego y los deterioros producidos por las altas temperaturas que se producen durante el incendio y que causan los daños los que se han detallado en el apartado dedicado a la temperatura, como la desnaturalización de las proteínas y aquellos derivados del depósito de hollín producido durante el fuego. El hollín que se deposita sobre las piezas está compuesto por elementos derivados de la combustión de los objetos que se hayan quemado.

En el incendio que se produjo en 1995 en la Colección Lundy en el Museo Lundy-Fatterman, en Carolina del Norte (EEUU), se analizó la composición del hollín, determinando que éste se componía de productos pirolizados de poliuretano, poliestireno, poliéster y carbono, además de restos de grasa de cerdo derivados de la acumulación de los años en la planta empacadora de carne de cerdo. El estudio de este hollín es muy importante, como se verá en el apartado dedicado a la limpieza de las obras, porque determinará que se seleccione el proceso de limpieza adecuado (Nieuwenhuizen, s.f.).

De los segundos, pueden citarse los daños producidos por los propios métodos de extinción (agua, espumas) que se administran sobre las piezas y los accidentes mecánicos producidos durante la evacuación de los especímenes (golpes, amputaciones, dislocaciones, etc.). Por ello, como se verá en el apartado dedicado a la conservación de las piezas, se han diseñado para los museos los

denominados planes de emergencia, que contemplan los protocolos a seguir durante estas situaciones.

### 14.3 FACTORES INTRÍNSECOS

#### 14.3.1 Introducción

---

Los deterioros intrínsecos pueden derivar de la técnica de preparación en sí utilizada, aunque esto no significa que se haya hecho una mala preparación. Por ejemplo, si se coloca un material como la escayola que puede conservar humedad derivada del agua que se ha utilizado en su hidratación, sobre una armadura metálica, inevitablemente ésta se oxidará. Otros problemas pueden provenir de una mala preparación, como un curtido deficiente o la eliminación de la capa de grasa de manera insuficiente. Otros derivan de la propia naturaleza del animal, ya que algunos animales, por sus características fisiológicas específicas, han de prepararse de una manera determinada.

Cómo ya se ha indicado, las propiedades de la piel de un mamífero, (incluso de un ave) varían, siendo la parte posterior más gruesa y fuerte y las áreas entre las piernas y alrededor de los ojos las más delicadas. Esta diferencia de grosor también se ve influida por el proceso de preparación del espécimen, y va a provocar que la piel montada sobre un maniquí se encuentre bajo tensiones desiguales (Horie, 1988).

Además de los movimientos que se puedan producir en la piel, los rellenos se mueven en respuesta a la humedad relativa existente. Una estructura o un relleno mal preparado pueden dar lugar a que, al cambiar las tensiones, éstas se trasladen a la piel. Cualquier deterioro o tensión adicional ocasionará la aparición de grietas. En una situación extrema, el maniquí puede fallar por completo, desprendiéndose la cabeza y originando un fallo en las patas. (Horie, 1988).

### 14.3.2 Naturaleza del animal

---

Ya se ha indicado que el orden *mammalia* comprende un sinnúmero de animales y especies muy diferentes; aunque las aves son más similares entre sí, la morfología de todos ellos difiere enormemente de unos a otros.

Se ha hecho alusión previamente a que la presencia de melaninas en aves y mamíferos supone una protección frente a la radiación UV. Por otro lado, existen estudios en los que se refleja que las plumas de las aves tienen coloración oscura o clara en función de la humedad ambiental, y esto está relacionado por el ataque de unas bacterias que proliferan con la humedad. Es decir, las aves en climas áridos tienden a ser más claras que las aves de climas húmedos (Regla de Gloger) que suelen tener más presencia de melanina y por lo tanto son más resistentes a la degradación bacteriológica que las plumas claras (Burt y Ichida, 2004). De esta manera, puede observarse que la composición de las colecciones en los museos comprende animales de diferentes procedencias. Animales originarios de climas áridos son más propensos a ser atacados por este tipo de bacterias si se encuentran en un museo de una zona húmeda que no tenga los parámetros de humedad y temperatura controlados.

Por otro lado, animales de climas fríos tienen más presencia de aceites en su piel para protegerse del frío que los correspondientes a los climas cálidos. La mayor abundancia de estos aceites provoca que las pieles sean más propensas a ser más longevas<sup>503</sup> (Heiberger, 2002). También las aves migratorias cuentan con más grasa en la piel. Parece ser que los animales de climas cálidos y aquellos con pelo largo utilizados en peletería tienen más propensión a sufrir caída de pelo. (Heiberger, 2002). Así mismo los animales acuáticos tienen más presencia de grasa para impermeabilizarse de la humedad. En especies de aves acuáticas, la película de grasa en las distintas series de plumas puede ser de al menos entre 5-10 mm de grosor (Dickinson, 2006).

Es decir, el tipo de animal, su origen geográfico, medio o momento biológico como hemos visto también será determinante para que unas piezas sean más propensas a un tipo de deterioros u otros.

- **Técnica empleada en la naturalización**

Las técnicas de preparación/preservación utilizadas por taxidermistas y preparadores de colecciones de historia natural son muy variadas. Por ejemplo, puede citarse la desecación, la liofilización, la extracción del agua con disolventes, o el curtido. En la desecación, al perder el agua, las fibras de la estructura se adhieren, dando lugar a que el material adquiera mayor rigidez. En la fabricación de cuero, las fibras se mantienen separadas mediante la adición de aceites que sustituyen, en parte, el agua perdida a la vez que se realiza el volteo (Horie, 1988) como se ha visto en el capítulo 4.

---

<sup>503</sup> Al estar más nutridas

La contracción que se produce durante el proceso de preparación de la piel por la pérdida de agua se utiliza en algunas técnicas de taxidermia para adaptar la piel al maniquí, que se aplica en húmedo sobre él, encogiéndolo y adaptándose a la forma (Horie, 1988).

Esta tensión con el tiempo puede degenerar en problemas, como deformaciones o desgarros (Horie, 1988) en relación a la Humedad relativa principalmente.

Además, cómo ya se ha señalado, cada tipo de piel y curtido tiene su temperatura de contracción. No solo eso, también presentan características plásticas diferentes. Existen dos publicaciones principales que han estudiado los efectos de los distintos procedimientos de preparación de la piel para especímenes de taxidermia. Uno es el de Hanacziwskyj P., C.Velson Horie, and C.A. Shuttleworth de 1991 que comparaban varios tratamientos de taxidermia, y otro es el de Amandine Pequignot, Charles S. Tumosa y David W. Von Endt de 2006 que comparaban el comportamiento no solo de métodos de preparación para taxidermia, sino también de otro tipo de fijativos como el formaldehído.

Los distintos procedimientos confieren, por tanto, distintas propiedades a la piel en cuanto a, por ejemplo, flexibilidad<sup>504</sup>, rigidez<sup>505</sup> y estrés<sup>506</sup>. Las pieles tratadas con sales, alcoholes o formalinas son más flexibles que la piel cruda. También la concentración de los productos empleados influye en las propiedades de flexibilidad de algunas preparaciones (Pequignot et al., 2006).

Desde mediados del siglo XIX, en un gran número de técnicas de la industria del cuero se han empleado un gran rango de compuestos de azufre,<sup>507</sup> que pueden convertirse o no en ácido sulfúrico. (Thomson, 2006). Pero, en algunos casos, la presencia de sulfatos en la piel no es necesariamente perjudicial. De hecho algunos como los sulfatos de sodio se comportan como una protección contra la contaminación en curtidos vegetales (Innes, 1948, citado por Thomson, 2006).

Las pieles secadas al aire y las pieles preparadas con jabón arsenical son más fuertes que aquellas preparadas con alumbre, Lapotan, y la mezcla de sal y ácido sulfúrico. Sin embargo estas son más elásticas.

Las pieles tratadas con sal y ácido sulfúrico son débiles y las pieles tratadas con una mezcla de alumbre tostado y salitre son muy inflexibles, lo que propicia las divisiones prematuras y los desgarros (Hanacziwskyj et al., 1991).

Las pieles curtidas con cortezas vegetales suelen encoger y volverse rojizas. Son más susceptibles a sufrir daños por HR y agua que otro tipo de pieles (Florían 1985, citado por (Quevedo et al., 2005).

Las pieles con curtidos minerales, como las sales de aluminio o cromo son ácidas y este ácido puede migrar a cualquier material con el que estén en contacto (Quevedo et al., 2005), dañándolo.

---

<sup>504</sup> Ya que como ya se ha comentado a menudo se han utilizado pieles preparadas de otra manera para montar especímenes, como pieles de estudio o especímenes en fluido. De esta manera la flexibilidad es un factor importante cuando los especímenes conservados en húmedo o fijados son montados en condiciones en seco. (Pequignot et al., 2006).

<sup>505</sup> La rigidez se relaciona con la cantidad de deformación que un material toma cuando se somete a una fuerza (Pequignot et al., 2006)

<sup>506</sup> El estrés es la medida de la intensidad de fuerza por unidad de área. (Pequignot et al., 2006).

<sup>507</sup> Estos incluyen sulfuro de sodio para la zurra, sulfito sódico y compuestos relacionados como blanqueadores y agentes estabilizantes en el proceso de curtido vegetal, sulfato de sodio asociado con compuestos de curtido al cromo o añadido a muchos colorantes como diluyente, sulfatados y sulfonados aceites utilizados para engrase y una amplia gama de compuestos aromáticos sulfonados empleados como agentes curtientes sintéticos, los sintanos. (Thomson, 2006)



Los curtidos sintéticos son ácidos (Quevedo et al., 2005).

Las pieles tratadas con sales de aluminio al no formar enlaces estables con las fibras de colágeno, siendo muy higroscópicas y reaccionando con la HR alta produciendo ácido sulfúrico por hidrólisis. Este tipo de pieles pueden además perder propiedades estructurales (Quevedo et al., 2005).

Si la piel ha sufrido un buen curtido la piel se contrae y se dilata sin problemas. Esto no ocurre con curtidos a base de cromo o alumbre.

Respecto a la incidencia de los métodos de montaje sobre la conservación de la pieza, un punto de deterioro que suele ser común, es la apertura de la línea de costura a lo largo del vientre, al ser las zonas de la espalda más fuertes y tensar la zona del abdomen al contraerse. Así mismo, pueden aparecer grietas o deformaciones en la piel a lo largo de la costura (Horie, 1988).

Por otro lado, las pieles que han sido adheridas durante el montaje al maniquí mediante el empleo de adhesivos como colas de gelatina o yeso, también utilizados para cerrar uniones, tiene un movimiento restringido en esas zonas y dando lugar a que las zonas libres se muevan, provocando más tensiones, y rajándose en casos severos (Horie, 1988).

Se ha comprobado que los especímenes realizados con rellenos rígidos como escayolas u otros, presentan más grietas que los de rellenos blandos, ya que en este último caso la piel y el relleno se mueven de forma parecida con los cambios higrométricos (Geller-Grimm y Zenker, 1999), y en el caso anterior el relleno no sigue los movimientos de la piel y durante el encogimiento con poca HR que sufre la piel, ésta rompe.

En el procedimiento denominado dermoplastia, los rellenos rígidos realizados con materiales pesados como la escayola presentan el inconveniente de su gran peso, que se traduce en problemas estructurales, como grietas en las patas y que pueden llegar a romper incluso el alambre sustentante, si este es fino o se ha deteriorado, lo que puede producir el colapso de la pieza.

La armadura debe ser apropiada al volumen del animal (Guyard, 2002) ya que sino el espécimen tenderá a sufrir fallos estructurales.

Respecto a los rellenos, la fibra moderna presenta la ventaja de que no es atractiva para las plagas pero su falta de rigidez y el peso provoca contracciones mecánicas (Guyard, 2002) en la piel. El poliestireno presenta el mismo problema. El poliuretano en caso de un incendio emite vapores muy tóxicos y como se ha dicho es sensible al UV (Guyard, 2002).

Las técnicas de policromía de piel, pico y patas difieren también de unos momentos históricos a otros y de unas regiones a otras. Antiguamente, como se ha indicado, se ha empleado el óleo, pero sabemos que éste podía estar mezclado con ceras, grasas saturadas o resinas. Por otro lado, actualmente lo más común es utilizar pinturas más modernas con base acrílica. En algunos casos, estas películas han sido barnizadas con algún recubrimiento protector. Las pinturas acrílicas se ven más afectadas por la temperatura que las películas oleosas pero a estas últimas les afecta más la oxidación. Si las pinturas no han sido protegidas son más propensas a los daños medioambientales que ya se han indicado y si han sido protegidas con resinas naturales tenderán a amarillear debido a la acción de la radiación UV y el oxígeno.

El metal utilizado en las armaduras de los especímenes puede corroerse con el tiempo<sup>508</sup>. Debido a que el metal corroído aumenta de volumen respecto al original, este tipo de deterioro puede provocar la ruptura de la piel (NPS, 1999) y de los materiales de relleno, especialmente si son rígidos.

La corrosión metálica puede encontrarse activa<sup>509</sup> o no<sup>510</sup>. Cada material presenta unas particularidades referentes a los tipos y productos de corrosión que en ellas pueden desarrollarse y que se explican en la página web del Canadian Conservation Institute (CCI Notes 9/1 "Recognizing Active Corrosion Introduction", 2007). Por ejemplo, si los alambres son de cobre o de níquel pueden producir productos de corrosión fibrosos, azules o verdes cuando reaccionan con las grasas de la piel (NPS, 1999).

La elección de los materiales lígneos utilizados en las peanas o siluetas internas, es otro factor importante que puede explicar el estado de conservación de una pieza. El tipo de madera (frondosa o conífera), de corte, o el hecho de que una madera se haya secado bien o no marca también el tipo de deterioros que se van a producir.

---

<sup>508</sup> Este es un fallo derivado de la técnica ya que durante el proceso de elaboración se aplican materiales húmedos (piel) o húmedos y calientes (escayola) que catalizan las reacciones de deterioro del metal.

<sup>509</sup> La corrosión activa causa una pérdida continua del material del objeto. La humedad relativa alta o los contaminantes pueden iniciar las reacciones de corrosión.

<sup>510</sup> un objeto puede estar corroído pero estable y se produce al formarse una película de óxido estable sobre la superficie del metal formando una pátina protectora.

### 14.3.3 Una preparación deficiente

---

En numerosas ocasiones, los daños que aparecen en las pieles pueden ser debidos a una mala preparación durante el procesado y secado, como ocurre, por ejemplo, cuando las grasas residuales no se han limpiado bien, especialmente en aves acuáticas, que presentan mayor cantidad de grasa en la piel. El deterioro que se origina en este caso es conocido por los taxidermistas anglosajones como *fat burnt* y se debe a la oxidación de dichas grasas, (Graemer y Kite, 2006) migrando al exterior los lípidos lábiles<sup>511</sup> (NPS, 2005).

Este efecto se traduce en la aparición de una película general o gotas aceitosas de color amarillento, además de influir en la capacidad de respuesta a esfuerzos de flexión al perder parte de su lubricación o reducir la posibilidad de contracción de la piel. Por otro lado, la grasa oxidada puede dañar a otros componentes de la naturalización, (Dickinson, 2006), manchando otros materiales, atrayendo el polvo y plagas, disolviendo tintas y desarrollando un olor desagradable (NPS, 2005). Las plumas pueden desprenderse individualmente junto con una masa de piel crujiente de un color oxidado (Dickinson, 2006) Este problema parece irreversible y es difícil de tratar con éxito (Dickinson, 2006).



**Figura 222. Ave afectada por “Fat Burnt”**

La mala preparación de la escayola, respecto a la proporción agua/yeso, utilizar una armazón muy fino para animales grandes, una mala disposición estructural del mismo o utilizar materiales poco sólidos pueden causar daños importantes a la pieza, ya que pueden aparecer fisuras y dar lugar a su colapso.

Respecto a las técnicas de curtido y preparación de la piel, ya se ha indicado que durante numerosos procedimientos industriales se añaden ácidos a los baños de piquelado con el fin de abrir los poros de

---

<sup>511</sup> Grasas y aceites insaturados que migran fuera de especímenes

la piel y facilitar la penetración de las sales de curtido. Estos baños han de ser neutralizados posteriormente mediante el paso a través de un baño de curtido de secuestrantes orgánicos e inorgánicos (proceso de BASF) o simplemente de bicarbonato de sodio para acercar el pH a 5,5 y 6. Si esta fase no se realiza o se lleva a cabo de manera defectuosa, puede acarrear importantes problemas de deterioro. Jullien y Walter en su artículo "Le tannage" de 2002 mencionan la existencia de la piel de un leopardo de las nieves en las Colecciones del Instituto Real de Ciencias Naturales de Bélgica en Bruselas que no había sido neutralizada y que llevaba allí veinte años, y tenía la consistencia de un papel secante (Jullien y Walter, 2002).

En el siglo XIX se empleaban una serie de técnicas para trabajar el cuero y rentabilizar lo más posible el trabajo. Entre éstas se encuentra la adición de álcalis a los baños de lavado de cueros curtidos vegetalmente para eliminar el exceso de taninos, eliminando también las sales orgánicas presentes en el cuero que no contribuyen realmente al curtido pero que se convierten en tampones protectores contra la contaminación atmosférica ácida (Thomson, 2006, 76)

En especímenes antiguos se presentan algunos problemas derivados de la necesidad de hacer los trabajos rápidamente para evitar la putrefacción de los animales (falta de neveras, etc.), como el recorte de comisuras o la eliminación deficiente de la grasa (como ha podido observarse) y, a pesar de que la parte interior de la piel puede haber sido tratada con un conservante, gran cantidad de ejemplares presentan la piel casi cruda, desecada (Dickinson, 2006).

#### **14.3.4 Deficiencias previas del material empleado antes del montaje**

---

En la taxidermia debe tratarse la piel lo antes posible después de la muerte del animal, normalmente mediante un curtido<sup>512</sup> (Pequignot et al., 2006b).

Cuando la piel se retira del cuerpo se produce un proceso llamado autólisis que empieza poco después de la muerte celular, cuando las enzimas intercelulares comienzan a causar la degradación de las proteínas. El deterioro y la caída del cabello es una primera señal de que la degradación celular ha comenzado. (Pequignot et al., 2006b). Finalmente los procesos de deterioro incluyen daños estructurales en el colágeno, convirtiéndose finalmente éste en gelatina (Pequignot et al., 2006b).

Las bacterias existentes en el tejido muerto también pueden acelerar la descomposición y producir cambios en el comportamiento del tejido (Rose and Von Endt, 1984, citado por Pequignot et al., 2006b).

También si el animal ha recibido algún golpe, por ejemplo en un atropello, la zona golpeada pierde el pelo o la pluma (Castelo Sardina, com. personal, 2015).

Una piel en malas condiciones conlleva la pérdida del pelo, luego no es recomendable utilizarla en taxidermia (Castelo Sardina, com. personal, 2015).

---

<sup>512</sup> Con taninos minerales o vegetales o como antiguamente con jabón arsenical, alumbre de potasa, sal o compuestos de cromo.

### 14.3. FACTORES INTRÍNSECOS

#### 14.3.4. DEFICIENCIAS PREVIAS DEL MATERIAL EMPLEADO ANTES DEL MONTAJE

A lo largo de esta tesis, se ha hecho referencia a que las enfermedades, desnutrición o momento biológico del animal van a influir en la calidad del pelaje y el plumaje.

Por ejemplo, respecto a las aves, las plumas reflejan, durante su crecimiento, la salud del ave. Las aves desnutridas presentan unas ranuras en forma de uve conocidas como marcas de hambre (Lansborough-Thomas 1964; Fraser et al., 1972; Mercer 1961, citados por Rae y Wills, 2002). Suelen aparecer frecuentemente en las plumas y no deben confundirse por un daño producido por insectos. (Rae y Wills, 2002).



**Figura 223. Bandas de hambre o estrés.**

Respecto a otros materiales, como por ejemplo el vidrio, su desvitrificación se produce por la formación de cristales en el interior del material durante su fabricación (Fuentes, 2003). Esto se traduce en la aparición de grietas, espuma blanquecina o arrugas.

Por esta razón, los hermanos Benedito buscaban materiales y productos de la mejor calidad, como reflejan sus facturas y cartas dentro del Museo.



#### 14.4 TIPOLOGÍAS DE DAÑOS E IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE LOS DETERIORES


Para poder determinar los tratamientos a emplear en especímenes deteriorados debe primeramente estudiarse el estado de conservación de los mismos, a través de sus síntomas y las causas (Horie, 1988). Éstos deben ser registrados para futuras intervenciones (Horie, 1988). En el periodo en el que Velson Horie planteaba esta cuestión, señalaba la falta de experiencia y conocimiento en la correcta interpretación de los síntomas en relación a sus causas (Horie, 1988).

Este mismo autor en 1987 recogía la idea de hacer informes tomando como modelo los realizados en las Bellas Artes para reflejar el estado de conservación de las obras: En esta adaptación primero se debía precisar los componentes que constituyen el objeto y definirlo cada uno por separado. Así mismo proponía una escala de deterioro del 0 al 5 donde el 0 era como nuevo y el 5 catastrófico. Por otro lado, sugería el uso en distinta documentación (informes, base de datos), de unos acrónimos que sirvieran para nombrar cada tipo de deterioro de manera rápida y concisa. (Horie, 1987)

Algunos "síntomas" de deterioro que se pueden citar son:



TIPO DE DAÑO	MANIFESTACIÓN	ORIGEN	IMAGEN
INTERNO/ESTRUCTURAL	<p><b>Emanación de arsénico o puesta al descubierto:</b></p> <p>En este caso se presenta un ánade de la Facultad de Bellas Artes que le falta la piel alrededor del cuello y se puede observar el relleno de algodón con restos de jabón arsenical</p>	Negligencia, vandalismo y desconocimiento	
	<p><b>Oxidación por efecto de la armadura</b></p> <p>En este caso se muestra un espécimen de Suni, "<i>Neotragus moschatus</i>", del MNCN (Ref. 5122) cuya pata se encuentra muy deteriorada</p>	Posiblemente se deba a un fallo intrínseco derivado de la propia técnica y potenciada por condiciones inadecuadas de conservación	
	<p><b>Daños en el esqueleto (fragmentación).</b></p> <p>En este caso se presenta una Perdiz realizadas por los hermanos Benedito que presenta una fractura de la piel y del hueso de la pata pero no del alambre</p>	Inestabilidad en la peana	

	<p><b>Deterioros en el relleno</b></p> <p>En este caso se muestra el cuerpo de escayola de la Jirafa, "<i>Giraffa camelopardalis</i>" del MNCN (Ref. 5104) cazada por el Duque de Alba y realizada por Luis Benedito con la técnica dermoplástica</p>	<p>Posiblemente sea fruto de un fallo intrínseco dado el gran volumen que soporta la pata, muy fina para poder absorber los posibles cimbrios del cuerpo durante traslados o vibraciones</p>	
TIPO DE DAÑOS	MANIFESTACIÓN	ORIGEN	IMAGEN
EXTERNO	<p><b>Grietas en la piel</b></p> <p>Esta cabeza de toro perteneciente a la colección del Ayuntamiento de Córdoba, presenta varias grietas en el hocico.</p>	<p>Cambios bruscos de temperatura y de HR.</p> <p>Un curtido sensible a estos cambios</p> <p>Un relleno rígido</p>	
	<p><b>Pérdida de plumaje y del pelo</b></p> <p>En este caso se muestra un ánade del MNCN que ha perdido las plumas de la parte derecha de la cara</p>	<p>HR incorrecta o presencia en la piel de microorganismos.</p>	

#### 14.4. TIPOLOGÍA DE DAÑOS E IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE LOS DETERIOROS

	<p><b>Deterioros en la policromía: pulverulencia, escamas:</b></p> <p>En la imagen se muestra la pata de un Flamenco común, "<i>Phoenicopterus roseus</i>", de la Facultad de Bellas Artes con craquelados en la pintura</p>	<p>Inadecuadas condiciones de HR, temperatura iluminación y manipulación</p>	
	<p><b>Descosidos o despegado de la piel:</b></p> <p>Se muestra el flamenco ya descrito naturalizado por los hermanos Benedito, perteneciente a la Facultad d Bellas Artes (UCM), el cual tiene la piel desprendida en el área del cuello</p>	<p>Cambios bruscos de HR y temperatura</p>	
	<p><b>Decoloración o cambio cromático:</b></p> <p>Se puede ver en la imagen uno de los miembros del grupo biológico de la familia de zorros, "<i>Vulpes vulpes</i>", realizado por los Hermanos Benedito del MNCN. Éste presenta una fuerte decoloración del pelaje</p>	<p>Focos de luz muy intensa, sin filtración de la fuente o d la vitrina durante muchos años de exposición</p>	

	<p><b>Suciedad generalizada:</b></p> <p>En este caso se presenta una Lechuza común, "<i>Tyto alba</i>", que originalmente es blanquecina completamente grisácea</p>	Exposición al aire sin ningún tipo de protección	
	<p><b>Delaminaciones en el material córneo:</b></p> <p>En este caso se muestra los daños en un canino de un hipopótamo perteneciente al "The Natural History Museum", que sufre delaminaciones debido a cambios bruscos de temperatura y humedad.</p>	Inadecuada HR	
TIPO DE DAÑOS	MANIFESTACIÓN	ORIGEN	IMAGEN
AMBAS	<p><b>Restauraciones incorrectas:</b></p> <p>En este caso se muestra la reintegración volumétrica sobre una grieta en el Antílope Sable, "<i>Hippotragus niger</i>", del MNCN. Por un lado la masilla de relleno invade el soporte original (la piel y pelaje) y por otro seguramente ha sido realizada con una masilla epoxídica muy difícil de reversibilizar.</p>	Ya dicho	

	<p><b>Ataques biológicos por hongos, roedores e insectos...manchas, pérdidas</b></p> <p>En esta imagen se muestra una cacatúa blanca, <i>Cacatua galerita</i>, propiedad del MNCN que muestra faltas en el plumaje debido al ataque de insectos. Así mismo aparecen manchas derivadas bien de oxidación de las grasas o como productos de desechos de las plagas.</p>	<p>Ya dicho</p>	
	<p><b>Daños en el diorama o elementos sustentantes/acompañantes.</b></p> <p>En este caso se muestra la rotura en una peana de un flamenco realizado por los Hermanos Benedito perteneciente a la Facultad de Bellas Artes</p>	<p>La armadura es más fuerte que la peana, o la madera no tiene un corte apropiado o no ha secado correctamente.</p>	
	<p><b>Amputaciones</b></p> <p>En este caso se presenta un Arrendajo común, "<i>Garrulus glandarius</i>", de la Facultad de Bellas Artes realizado por José María Benedito que le han arrancado las plumas de la cola y de las alas por su vistosidad</p>	<p>Vandalismo y accidentes</p>	
	<p><b>Falta de peana y otros elementos sustentantes:</b></p> <p>En este caso se presenta un espécimen difícil de identificar perteneciente al MNCN que ha perdido la peana. Además presenta abierta la línea de cosido ventral.</p>	<p>Colapso de la pieza por múltiples razones entre las que se encuentra la negligencia, el abandono, una manipulación inadecuada, HR alta, o factores intrínsecos.</p>	

### 14.5 PROBLEMAS ESPECÍFICOS DEL MNCN

Como ya se ha indicado, el MNCN-CSIC ha tenido una historia tortuosa durante sus más de 200 años de vida. Estas circunstancias han llevado a la pérdida gradual y al deterioro de sus piezas naturalizadas.

Las características de los deterioros que han sufrido las naturalizaciones siguen la pauta de los aparatados que han sido presentadas en este capítulo: defectuosas preparaciones, problemas derivados de la composición de las naturalizaciones, malas condiciones medioambientales por falta de recursos, plagas, desidia, vandalismo, robos, conflictos bélicos, falta de espacio o restauraciones inapropiadas.

Durante los siglos XVIII y XIX el problema más importante del gabinete/museo fue la deficiente preparación de las piezas, si bien era una cuestión, como ha podido observarse, que acuciaba a todas las colecciones de historia natural del mundo, al no existir un preservativo suficientemente efectivo para evitar el ataque principalmente de la polilla, y ser una técnica nueva que se estaba poniendo en práctica (taxidermia),

Se criticaba la falta de pericia de los primeros disecadores hasta la llegada de los hermanos Benedito al Museo (Santiago Aragón, 2014). También se cuestionaba la elección de los materiales empleados, como pasó con las aves traídas de México, enviadas por D. Martín Sessé (1751-1808), que llegaron muy deterioradas y cayéndoseles las plumas por estar constituidos sus armazones por goma de limón<sup>513</sup> (Barreiro, 1992; Corbella y Padrón, 2012).

Otros problemas, especialmente en el siglo XVIII, que ocasionaban pérdidas de las piezas derivaban de las gestiones administrativas, bien por permanecer las colecciones almacenadas en puertos de arribada durante meses, bien por estar mal embaladas durante los transportes o debido a una mala gestión durante los préstamos de ejemplares a otras instituciones (Aguirre, 1992).

A todo lo indicado, se sumaba que el estado de conservación de las piezas no debía ser el más adecuado y los trabajos de reparación de los daños causados por la polilla<sup>514</sup> eran una de las actividades reflejadas en los partes semanales del laboratorio de disecación.

En el libro de Santiago Aragón "En la piel del elefante" de 2014 y en el de Agustín Barreiro sobre el Museo de Ciencias Naturales publicado en 1992, pueden encontrarse numerosas referencias a este problema y a los daños y pérdidas que las polillas ocasionaban en las colecciones, ya que las piezas cuando estaban infestadas eran desechadas para no contaminar al resto de la colección. Por ejemplo, en 1870 se urge a "Sánchez Pozuelo para que elimine un toro disecado completamente apolillado que hace peligrar el conjunto de la colección" (Sánchez, 1870, citado por Aragón). También

<sup>513</sup> En el siglo XIX y anteriores se conocía como goma de limón (*Amyris Elemifera* L.) a una resina densa parecida en consistencia a la cera de un color predominante amarillo verdoso del que podría proceder su nombre (Alamán, 1836). La utilidad farmacéutica principal que parece tenía esta goma era la de curar úlceras (Gómez, 1815). Se desconoce por el momento como se habrían preparado estas piezas, quizás mezclando la resina con otros productos o preparándola de tal manera que adquiriera una consistencia más sólida y pudiera ser modelada o tallada, o bien como recoge un manual sobre sombrerería, ser aplicada a una tela u otro material para dar consistencia al mismo (Galván y Hernández, 1872).

<sup>514</sup> Ya se ha dicho que el problema con las plagas de polilla ataca a todas las colecciones de historia natural a nivel mundial.



Cabrera, en 1924 describe la presencia en la colección de un mono que obligaba a un gato a sacarle las castañas del fuego y que éste (mamarracho le llama) se apolló y hubo que quemarlo (Cabrera, 1924 citado por Aragón, 2014, p. 100). También los textos de este autor reflejan la necesidad de desinsectar previamente los locales, en este caso del Museo Velasco, para evitar la proliferación de la polilla, plaga que ya había arruinado buena parte de las aves y mamíferos naturalizados que, temporalmente, se habían almacenado allí (Aragón, 2014).



**Figura 224. Un ánade y una garza comidas por insectos**

En otras ocasiones, el problema no fue la técnica empleada o las plagas de polilla, sino las condiciones en las que llegaba el animal o la piel. En época ya de los hermanos Benedito se puede ver muy bien reflejada esta cuestión: Por un lado, los problemas derivados de la caza, como los métodos empleados o la época del año en que se había dado muerte al animal. José María Benedito da al respecto diversas recomendaciones sobre cómo debían cazarse ciertas piezas; por otro, se hace referencia al descarte<sup>515</sup> o la preparación de los animales como pieles de estudio, dado el mal estado en el que llegaban dichos especímenes al Museo (Aragón, 2014).

De esta manera reflejaba Cabrera en 1915 los problemas que se encontraban los taxidermistas para preparar algunas pieles:

Si el animal llega en piel, se ahorran los disecadores esta parte del trabajo, pero en cambio tropiezan con los riesgos de que el cuero esté mal secado, de que haya contraído excesivamente, o de que, con la buena intención de conservarlo, se le hayan aplicado sustancias poco idóneas que luego hacen caer el pelo o traen consigo otros inconvenientes; y además, tienen que averiguar, o poco menos, las formas y proporciones que tuvo en vida aquel ser, lo que no deja de ofrecer dificultades. (Cabrera, 1915, citado por Aragón, 2014, p. 187).

<sup>515</sup> En este caso existen muchos ejemplos como numerosas crías de zorro que se desecharon hasta conseguir las pieles idóneas, unas porque llegaban destrozadas por los cepos para cazarlas, y otras porque al intentar criarlas en el Museo para evitar los problemas anteriores, éstas enfermaban y morían quedando la piel deslucida. O en otros casos se cazaba a los animales en época de muda con las plumas o pelo caído (Aragón, 2014)

En otras ocasiones no había más remedio que hacer el trabajo con la piel tal y como había llegado, y estos problemas los refleja Luis Benedito en sus diarios durante la preparación del elefante africano donado al Museo por el Duque de Alba en 1913, en los que describe el estado de la piel que tiene con la que ha de trabajar:

“salvo innumerables desgarros y agujeros de la piel que los negros, según su costumbre, hicieron con sus lanzas al caer muerto el paquidermo y con la cuchilla manejada inhábilmente al quitársela...” (Benedito, L., 1925, p. 7).

Un problema añadido era que la piel venía ya preparada y que estuvo diez años almacenada teniendo que realizar este taxidermista un gran esfuerzo para volverla a flexibilizar.

Así mismo, cuando Luis Benedito realizó la naturalización de la jirafa donada por el Duque de Medinaceli, la piel llegó en malas condiciones y se hubieron de disimular las calvas que tenía la piel debidas a la época en que el ejemplar se cazó, a alguna enfermedad o al poco cuidado con que se trató el animal después de muerto. De esta manera, se pintó el ajedrezado característico sobre la escayola para disimular las faltas (Aragón, 2014).



**Figura 225. Jirafa de Benedito con las reintegraciones cromáticas en el lomo realizadas por el autor**

Estos problemas se traducen en patologías en las piezas de diversa naturaleza entre las que se encuentran grietas, calvas u otro tipo de deterioros que si bien son disimulables en un momento determinado, pueden finalmente echar a perder la pieza si las condiciones de conservación no son las adecuadas, como ocurrió con la jirafa del Duque de Medinaceli, la cual tuvo que ser finalmente parcialmente desmontada como se volverá a citar en el capítulo de Conservación curativa y restauración.



**Figura 226. Jirafa de Benedito en su ubicación y aspecto actual**

Otras dificultades que han sufrido las colecciones vienen derivadas de conflictos bélicos, como la guerra de independencia española (1808-1814). Durante la invasión francesa, el Real Gabinete permaneció cerrado y fue saqueado por las tropas de Napoleón durante su retirada en 1813 y por el propio disecador del Museo, el francés Pascal Moineau. En 1814, se reinició la su actividad y se reclamó al gobierno francés los objetos sustraídos. Dicha devolución, efectuada al año siguiente, fue incompleta

Durante la guerra civil española (1936-1939) se temía la caída de las bombas dentro del museo o alrededores y que la trepidación pudiera destruir las colecciones, especialmente las de entomología (Aragón, 2014, p. 232). Los temores estaban justificados, porque en junio de 1936 cayeron varios obuses en el Museo, produciendo daños de importante consideración en el edificio y lunas de las vitrinas, aunque leves desperfectos en los ejemplares y las colecciones<sup>516</sup> (Zulueta, 1937, citado por Aragón, 2014). Tras la guerra civil, el Museo permaneció inactivo y polvoriento

El frecuente saqueo que han recibido sus fondos en los primeros siglos se producía, bien por una mala vigilancia y padecimiento de condiciones de seguridad inadecuadas, o porque el ladrón recibía ayuda desde el interior. En 1803 ya se refleja en el libro de Agustín Barreiro "El Museo Nacional de Ciencias Naturales" un intento nocturno de saqueo. En 1845 se robaron varios ejemplares valiosos, entre ellos una *pepita de oro de 16 libras*, procedente del Perú (Barreiro, A. 1992).

Ya en el siglo XX se han sucedido numerosos casos de robos, como el ocurrido en 1985, cuando un investigador británico, un vigilante del Museo y un librero expoliaron los fondos bibliográficos. También se robó parte del rabo al *diplodocus Carnagie*. En 1979 se practicó un caso de terrorismo científico, perpetrado por algunas personas que, robando un rubí y una esmeralda, querían denunciar la situación de abandono que estaba sufriendo el Museo. Así mismo, en este año se sustrajo el *Espejo de los Incas*, que fue devuelto anónimamente al poco tiempo.

Esta cuestión está actualmente subsanada y el Museo cuenta con un servicio de vigilancia.

<sup>516</sup> Algunos animales disecados en la sala de mamíferos recibieron daños de metralla aunque leves (Feced, citado por Aragón, 2014).



Otros de los graves problemas que han acompañado al museo durante casi toda su existencia son una escasa asignación económica, especialmente en las colecciones de exhibición y el abandono institucional de las colecciones, sobre todo de aquellas consideradas de exposición".

Hay que señalar que si bien se denuncia la falta de asignación económica, no se hace hincapié en este caso a la conservación y mantenimiento adecuado de las colecciones, objeto de investigación lo cual repercute negativamente en la pervivencia de las mismas.

La falta de espacio, tema recurrente desde la creación del Museo y sus continuos cambios de sede a espacios "temporales" sigue constituyendo actualmente un gran problema.

Actualmente, como se ha indicado, el Museo comparte el edificio con la Escuela de Ingenieros. Ésta ocupa las dos terceras partes del edificio y la mayoría de los especímenes montados, a falta de espacio, se conservan en un almacén de Arganda propiedad del CSIC, desde 1994.



**Figura 227. Vista panorámica del Museo con la zona del Museo (verde) y la zona de la Escuela (fucsia)**

Desde 1998 los conservadores del MNCN-CSIC llevan denunciando las condiciones en las que se encuentran las dependencias de Arganda, donde se alojan unas 700 aves y mamíferos montados. Desde el año 1998 la antigua gerenta del Museo, Adelaida Jover denunciaba ante el CSIC la penosa situación de los almacenes de Arganda y pedía que se pusieran los medios para remediarlo. También una de las habitaciones del edificio había sido forzada en 1999, como denunciaba la conservadora Josefina Barreiro, que temía robos o vandalismos en las colecciones allí albergadas. Así mismo, el 23 de marzo del año 2000 volvía a denunciar la pésima situación y señalaba:

"Como he visto por la evolución del estado de conservación de los ejemplares, no pueden seguir con las condiciones ambientales que sufren en los almacenes de Arganda. Es una pena, pero en los últimos 10 años los especímenes se han estropeado más que en los 50 anteriores" (Barreiro, 2000, citada por López, A., 2002, p. 2)

En el año 2000, una plaga de hongos provocada por la humedad del edificio atacó la documentación que se encontraba allí almacenada. (López, A., 2002).

En enero de 2002 las cañerías del Almacén de Arganda, reventaron por las heladas y las inundaciones dañaron 40 ejemplares naturalizados (López, A., 2002) perdiéndose dos (una ardilla y un ave) y afectando a dos piezas más, que presentan una difícil recuperación. En aquel momento, un portavoz del CSIC aseguró que "no es una pérdida irreparable, ya que el edificio de Arganda no alberga colecciones científicas ni ejemplares únicos" pero sí reconocía que existían ejemplares del siglo XIX. (López, A., 2002, p. 1).

En 2002 Josefina Barreiro denunciaba el estado de las dependencias de Arganda, en las que por los pasillos se podía encontrar infinidad de basura y suciedad como colillas de tabaco o sustancias grasientas desconocidas.

En el año 2007 de nuevo se publica en el Semanal del periódico El País un reportaje que recoge la situación de los ejemplares naturalizados del Museo e indica:

"Esqueletos y animales naturalizados (antes se decía disecados) se acumulan sin ninguna perspectiva de futuro en los almacenes de Arganda del Rey (Madrid). La dirección del museo es la primera en dar la voz de alarma". (Rico, 2007, p. 37).



**Figura 228. Piezas naturalizadas en el almacén de Arganda en 2007**

El artículo habla de los esfuerzos que se hicieron tanto económicos como de infraestructuras para habilitar la Gran Galería de la Evolución del Museo de París y recoge la opinión de Alfonso Navas, por entonces director del MNCN-CSIC:

"Yo también digo que el problema de espacio que tenemos es grave. Si no fuera así, nosotros nos podríamos plantear montar igualmente grandes exposiciones, incluso mejores, relacionadas con la biodiversidad, la evolución, el cambio climático ..." (Navas, com. personal, citado por Rico, 2007, p. 43)

Alfonso Navas, por entonces director del museo señalaba en esta publicación:

"tenemos un presupuesto importante destinado a investigación, pero una partida muy reducida para conservación, divulgación y exposición"<sup>517</sup> (Navas, com personal, citado por Rico, 2007, p.43).

Por otro lado José Luis Antoñanzas, vicepresidente de la Sociedad de Amigos del Museo señalaba:

"Será difícil obtener lo que el museo se merece mientras se dependa sólo y tan estrechamente de un organismo de investigación y de ninguno de cultura" (Antoñanzas, citado por Rico, 2007, p. 44).

En este mismo reportaje según afirmaba Alfonso Navas, (director entonces del Museo) el CSIC, prometió ampliar las instalaciones para alojar gran parte de las colecciones que ahora no se encuentran en las mejores condiciones, aunque en el momento de la entrevista tanto el CSIC como el Museo de Educación y Ciencias, último responsable del Museo, evitaron hacer declaraciones sobre la situación. También Navas aludió a la implicación del Ayuntamiento y la Comunidad de Madrid recordando que Gallardón prometió en plena campaña electoral que daría prioridad a la recuperación de éste y otros museos.

Desde el ayuntamiento apuntaban que ayudarían materialmente a trasladar la escuela técnica Superior de Ingenieros Industriales que ocupa, como ya se ha indicado, las 2/3 partes del edificio, pero no a la remodelación. La Comunidad de Madrid, por su parte, decía desconocer estas denuncias, pero desde la Sociedad de Amigos puntualizaban que en el patronato están representados miembros de todas las administraciones y que éste tema es muy comentado en las reuniones.

En el manual de catalogación y gestión de las colecciones científicas de historia natural de 1984, Josefina Barreiro y otros conservadores hacían la siguiente observación:

"La inexistencia de un espacio físico adecuado para albergar las colecciones producirá a corto plazo un colapso de sus actividades y a medio y largo plazo un sin fin de otros deterioros físicos, pérdidas y destrucciones de material (Barreiro et al., 1994, p. 56).

La falta de asignación económica adecuada para un Museo de estas características, es decir, para un Museo Nacional es determinante en el estado de conservación de las piezas. Los presupuestos han ido decreciendo paulatinamente a lo largo de los años.

En 1898 se recogía ya este problema en el Acta de la Junta de Profesores:

Seguramente no podrá señalarse en el mundo otro museo de este género cuyos recursos se vengán constantemente disminuyendo en la sucesión de los presupuestos del Estado, debiendo por su institución y su reglamento, acoger, enseñar y aún fomentar los colosales desenvolvimientos de la ciencia moderna (Acta de la Sesión de junta de profesores. (Acta de la sesión de Junta de Profesores, 1898, citado por Aragón, 2014, p. 141).

En el trabajo de fin de DEA de la autora de la presente tesis doctoral (2007) "Problemas de conservación en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid (valoración de urgencia de intervención)" se hacía referencia a la asignación económica que recibían los distintos museos estatales, comparando al Museo de Ciencias con el Museo del Prado y el Museo Reina Sofía:

---

<sup>517</sup> El presupuesto dado a las colecciones en 2007 fue de 300.000 euros para exposiciones. Sólo la factura del servicio de vigilancia del museo ascendía a 400.000 euros.



"Durante el periodo que comprende los años 2001 al 2005 el Museo ha pasado de ingresar 8.921.648 a percibir 12.005.797, cuando para la próxima legislatura se prevé un incremento del presupuesto dado al Museo del Prado de 35 millones de euros a 42 millones de euros, pasando la aportación pública de los 16.828.000 euros a 25.820.000 de euros en el año 2008. Respecto al Reina Sofía se ha pasado de un aumento presupuestario en el año 2000 de 14,6 millones de euros a 40,000 millones en el 2007. Con mucho estas cifras superan los ingresos totales del Museo de Ciencias" (Gil, 2007, inédito, p. 54).

Por otra parte, ha existido una falta importante de interés institucional. Los sucesores de Carlos III no tuvieron ningún interés por la ciencia, menos aún por el Museo y fueron desmembrándole poco a poco y retirando parte de sus fondos para crear y abastecer otros Museos. Las colecciones del Museo y los archivos se fueron amontonando (Aguirre, 1992; Barreiro, A. 1992).

Los continuas críticas al histórico abandono institucional podemos verlas reflejados en el libro de Santiago Aragón "En la Piel del elefante", 2014.

El abandono afecta en gran medida también a la documentación de las piezas, cuando el tener la pieza identificada es fundamental en este tipo de colecciones.

Las siguientes reflexiones expresan muy bien esta necesidad:

Oscar Soriano, vicedirector entonces del Museo, explica en el artículo del País "El Museo de los Horrores" de 2007:

"La conservación es tarea complicada cuando te encuentras ante cientos de miles de moluscos amontonados en cajas de madera; hay que limpiar, buscar etiquetas, recurrir a diarios de expedición y conseguir el mayor número de citas sobre captura, fecha, localidad, etc. Ni para nosotros como investigadores, ni para el público en las exposiciones sirve de nada observar un caracolito del que no sabemos ni su nombre, ni de dónde procede" (Soriano, com. personal, citado por Rico, p.44).

Y Santiago Aragón señala:

...Sin duda, son inmensa mayoría los que permanecen a la espera de ese documento perdido que les facilite una identidad propia. Todos constituyen un precioso archivo material para investigar y comprender el devenir de una disciplina, de una institución y de un oficio...Saber de dónde proceden, cómo llegaron hasta el Museo y quién se encargó de prepararlos y estudiarlos, son valores añadidos que se superponen al ya nada despreciable valor biológico de cada uno de ellos Aragón, 2014, p. 272).

Las tendencias museísticas modernas, como se ha comentado en el capítulo dedicado a la breve historia de los museos de historia natural, dieron lugar a que la mayoría de grupos biológicos del Museo fueran desmontados en la década de los 80 o mutilados, como refleja Santiago Aragón en su obra ya citada "En la Piel del Elefante. Algunos ejemplos que se pueden citar son una concentración de buitres, un grupo de flamencos en reposo o un acantilado costero con aves marinas. Una pareja de ardillas fueron fraccionadas cortando la rama en la que reposaban. De la representación de los patos de la albufera que también fueron desmontados se perdieron varias piezas (Aragón, 2014).

Actualmente se están restaurando parte de los ejemplares de este grupo, que se encuentran en bastante malas condiciones. Muchos de ellos pueden verse en fotografías custodiadas en el archivo del Museo.



**Figura 229. Diorama de la albufera, hoy desmontado**



**Figura 230. Dos piezas que podrían componer el grupo biológico de la Albufera.**

En el año 2000 Alfredo Merino, en el magazine del periódico El mundo, describe la situación del Museo de esta manera:

El robo de material bibliográfico en el mes de noviembre de 1986 fue el último capítulo de la crónica negra de un museo que atesora una larga lista de robos, desapariciones y abandonos. Se habían sucedido espectaculares hurtos, como el de la cola del esqueleto de un magnífico

ejemplar de dinosaurio, que se alternaban con acciones tan deleznable como alimentar las calderas de la calefacción con viejas pieles de animales pertenecientes a las colecciones.

Cristales rotos, un edificio arruinado y unos jardines convertidos en pudrideros eran el preámbulo que daba paso a las lóbregas salas, en las que las polvorientas vitrinas estaban ocupadas por una decrépita colección de ejemplares devorados por las polillas. Estas fotografías, realizadas en 1985, nos enseñan la decadencia de un museo que fue absolutamente abandonado a su suerte. Desprendido de tan lúgubre pasado, a comienzos de la década de los 90 el centro emprendió una profunda reforma que le ha hecho recobrar parte de su antiguo esplendor (Merino, 2000, párrafo 3-4).



**Figura 231. Estado de los patios del Museo en 1985.**

Otros de los importantes problemas que se han producido en la conservación de algunas piezas son las restauraciones o labores de conservación inadecuadas, como ya se ha indicado. Pero las restauraciones meditadas y respetuosas se hacen difíciles con una asignación mínima para el desempeño de estas tareas, por mucho que el personal encargado de realizarlas realicen todos los esfuerzos posibles, ya que en muchos casos se ven obligados a cometer “arreglos de “urgencia con presupuestos ínfimos.

Por otra parte, actualmente, las restauraciones que se hicieron entre los años 2008-2009 por los Hermanos Garoz se han dañado, dadas las malas condiciones de conservación a las que están expuestas las piezas. De hecho, las grietas que ya habían sido corregidas y retocadas se han vuelto a abrir y han aparecidos otras nuevas en los especímenes, según informa la conservadora de la colección de aves Josefina Barreiro.

Respecto a las medidas medioambientales en el área expositiva, aún hoy, nada más entrar en el Museo uno se da cuenta de que no son las más adecuadas: por un lado existen fluctuaciones de temperatura de unos días a otros y por otro lado las condiciones lumínicas no parecen las apropiadas, ya que aunque se trata de luz fría, y los vidrios de algunas vitrinas están tratados con un filtro UV, da la sensación de excesiva potencia de luz. Estas cuestiones serán tratadas de nuevo en el capítulo de conservación preventiva.

## 15 CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y/O MANTENIMIENTO

### 15.1 INTRODUCCIÓN

La misión de la mayoría de los museos de historia natural es la de recoger, preservar, exhibir e investigar las colecciones que custodian. Con el paso del tiempo éstas comienzan a deteriorarse por muchas razones. Para mantener dichas colecciones de tal manera que puedan sobrevivir y ser disfrutadas por generaciones venideras los museos deben practicar una serie de medidas de conservación que incluyen el correcto manejo, exposición y almacenaje de dichas colecciones, para ayudar a estabilizar o, por lo menos, retardar el ritmo de deterioro de los artefactos, alargando su vida (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Dentro de estas medidas se pueden aplicar medidas preventivas (lo que se conocería como conservación preventiva) o medidas curativas que como la propia acepción indicaría, es cuando ya se ha producido el daño. A menudo estas se solapan, y por esta razón hay confusiones de concepto y alcance del tipo de intervenciones que puede realizar un conservador o un restaurador.

Por ello, a continuación se abordan algunas definiciones de concepto.

¿Qué es la conservación?

El conjunto de actuaciones de prevención y salvaguardia referidos a asegurar una duración pretendidamente ilimitada a la configuración del material del objeto (Carta Italiana del Restauro, 1987, citado por Macarrón y Mozo, 2004).

El ICOM además apunta a que la conservación incluye la conservación preventiva, la conservación curativa y la restauración (los dos últimos se verán en el siguiente capítulo).

De esta manera el ICOM define la conservación preventiva como:

Todas aquellas medidas y acciones que tengan como objetivo evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas. Se realizan sobre el contexto o el área circundante al bien, o más frecuentemente un grupo de bienes, sin tener en cuenta su edad o condición. Estas medidas y acciones son indirectas – no interfieren con los materiales y las estructuras de los bienes. No modifican su apariencia (ICOM, 2008, p. 1).

Algunos ejemplos que propone son:

"medidas y acciones necesarias para el registro, almacenamiento, manipulación, embalaje y transporte, control de las condiciones ambientales (luz, humedad, contaminación atmosférica e insectos), planificación de emergencia, educación del personal, sensibilización del público, aprobación legal" (ICOM, 2008, p. 2).

La conservación en las colecciones de Historia Natural difiere un poco de la aplicada en otras, ya que una de las funciones primordiales de las colecciones científicas es la de su utilización para investigaciones de todo tipo, como ya se ha indicado en el capítulo 5, y que puede derivar en el

desmembramiento y destrucción del espécimen. Por otro lado, las piezas naturalizadas se han creado con un fin expositivo y didáctico, más acorde con las colecciones de pintura o escultura.

Velson Horie, ex conservador de la colección del Museo de Manchester y actualmente asesor internacional sobre el cuidado de colecciones patrimoniales, definía la conservación de especímenes en un museo de esta manera:

“La conservación en el museo es la actividad concerniente a la preservación y la mejora de la información incorporada a la química, física y construcción biológica del objeto. Esto, puede ser visto como independiente en teoría (aunque rara vez en la práctica), del examen, la catalogación y la evaluación. Estas otras actividades se llevan a cabo para la investigación, exhibición y educación (Horie, 1986, p. 4)”.

Este autor también señalaba que los objetos de la ciencia natural son sometidos a diversos tratamientos durante su estancia en un museo. Los tratamientos pueden ser activos o pasivos, e implican su alteración física o química (Horie, 1986).

La clave para la conservación preventiva a largo plazo en las colecciones de historia natural es el control medioambiental (Carter y Walker, 1999). Un entorno controlado no solo es beneficioso para las colecciones sino también para el personal y los visitantes (Carter y Walker, 1999).

Una simple aproximación a la gestión medioambiental es considerar los diversos agentes que influyen en estas colecciones. De los diez agentes de deterioro reconocidos (fuerzas físicas, fuego, agua, acciones criminales, plagas, contaminantes, iluminación, temperatura incorrecta y HR), nueve están directamente relacionados con las condiciones medio ambientales de la colección (Carter y Walker, 1999). El control de estos agentes ambientales pueden ser logrados en los siguientes lugares: localidad, sitio de construcción, habitaciones y unidades de almacenamiento (Wailer, 1995, citado por Carter y Walker, 1999).

Cada institución tiene su idiosincrasia y la aplicación de las medidas de conservación difieren de unas a otras. Por ejemplo, numerosas colecciones están albergadas en edificios antiguos, que no pueden adaptar los sistemas de aire acondicionado a gran escala aunque se disponga de recursos económicos (Carter y Walker, 1999). Otras como el MMCN, además de estar albergadas en un edificio histórico, no poseen de recursos económicos ni de espacio, como ya se ha comentado en varias ocasiones.

Un buen conocimiento del material a conservar<sup>518</sup> y de los agentes de deterioro que le afectan es vital para establecer una correcta conservación preventiva. Aplicar tratamientos preventivos y proporcionar un entorno adecuado y seguro (MANL, 2013?), minimiza la posibilidad de que se produzcan daños y reduce el coste de mantenimiento de las colecciones, ya que minimiza la

---

<sup>518</sup> Al ser los animales naturalizados tan complejos, se debe hacer un estudio de la colección, de los componentes de cada espécimen (sin olvidar el tipo de preparación de la piel, que determinará rangos de HR y temperatura más o menos adecuados), y buscar unos rangos generales que satisfagan las necesidades del conjunto.

necesidad de acometer una conservación curativa (MANL, 2013?) y restauradora cuando se produce el deterioro<sup>519</sup>.

Las responsabilidades sobre la gestión de las piezas también incluyen poner al día la organización de la colección y dirigir su crecimiento, así como los cambios en investigación científica (NPS, 2005).

Para proporcionar un uso, cuidado y documentación adecuados se deben contemplar factores como métodos y materiales de preservación, entorno de la colección, prácticas de manipulación, diseños de almacenaje, los procedimientos de respuesta a salvaguarda en caso de emergencia, el reporte de informes de las condiciones de la colección y los tratamientos de la colección (NPS, 2005).

Además, un buen sistema de documentación repercute en un menor uso directo de los ejemplares, favoreciendo la conservación de los mismos (esto es del librito de paleontología ver la fuente).

Como se ha indicado, la conservación de una colección no solo implica lo referente al mantenimiento físico de su material constitutivo, de su documentación aneja y de los contenedores, sino también de todo aquello relacionado con la gestión y uso de los fondos (Barreiro et al, 1994).

Por ello, la conservación del material biológico conlleva tres pasos básicos: el ingreso del material<sup>520</sup>, el mantenimiento y preservación de los fondos y la gestión de los fondos.

La monitorización (programas de seguimiento y vigilancia) de las condiciones ambientales es esencial (MANL, 2013?) para crear buenos contextos de almacenaje (Weintraub? y Wolf, 1995 citado por Carter y Walker, 1999) y exposición. Se puede medir la temperatura, la humedad relativa, la calidad del aire, la luz, la radiación UV y las plagas (Carter y Walker, 1999). Este último punto se estudiará en el siguiente capítulo. Es conveniente controlar los datos acumulados durante el monitoreo a fin de crear estadísticas y estudios útiles para establecer los requerimientos medioambientales y mejorar las estrategias para controlar los costes energéticos (Carter y Walker, 1999). Los datos recogidos con una buena presentación pueden constituir evidencias muy valiosas para solicitar una inversión financiera destinada al control medioambiental (Carter y Walker, 1999).

Además, se pueden crear alertas tempranas de condiciones adversas que puedan deteriorar los especímenes (Cassar, 1997, citado por Carter y Walker, 1999), a fin de poner medidas, y se puede también controlar *a posteriori* el efecto de estas medidas correctivas (Carter y Walker, 1999).

El monitoreo de las plagas es fundamental y se puede realizar a través de varios sistemas de captura, como se indica en el siguiente capítulo. Monitorizar incluye revisar semanalmente el contexto espacial de las piezas buscando señales de infestación de insectos, acumulación de polvo, exposición de la luz y estabilidad ambiental Bishop Museum, 1996). Las zonas de almacenaje y de exposición se deben inspeccionar al menos dos veces al año para detectar signos de ataque de insectos (CCI, 1996). Por

---

Hay que recordar que en las colecciones de instituciones científicas como museos de historia natural, las colecciones biológicas de estudio son muy importantes para la investigación y hay que agotar los medios de conservación preventiva (estabilización de las piezas) antes de realizar tratamientos interventivos (NPS, 2005).

<sup>520</sup> Los tratamientos preventivos comienzan nada más ingresar el nuevo ejemplar. Si el ejemplar ya viene preparado, fruto de una donación o de cualquier tipo diverso de ingreso, se procede a aplicar unos tratamientos de cuarentena para evitar contagios al resto de ejemplares existentes en la colección, a la que irá destinado el nuevo ejemplar. Posteriormente se procede a etiquetarlos y registrarlos. Para ello el material a la espera de ser tratado se puede almacenar en un lugar que registre las mismas medidas condiciones de conservación que para el resto de la colección.



ejemplo, en lo que respecta a las aves, la prueba más evidente de infestación por insectos es la presencia de adultos o larvas en o cerca de las plumas (Bishop Museum, 1996).

Como se ha indicado en el capítulo anterior, algunas veces los insectos no son visibles, pero aparecen numerosos mordiscos y un polvo granular fino bajo las plumas, producido cuando los insectos se alimentan de las plumas (Bishop Museum, 1996). La infestación debe tratarse inmediatamente para prevenir el esparcimiento del problema (Bishop Museum, 1996) como se verá en el siguiente capítulo.

Existe una amplia gama de equipos y productos para controlar dichos parámetros. Éstos serán referenciados al final de cada apartado correspondiente (iluminación, temperatura etc.). Es importante que dichos aparatos se calibren con regularidad, ya que de otra manera los registros podrían resultar erróneos (Thomson, 1986, citado por Carter y Walker, 1999).

Los sistemas telemétricos modernos utilizan sensores electrónicos vinculados a una estación de recepción central, lo que facilita la toma de datos y evita problemas de seguimiento. Además son de fácil lectura y almacenan e interpretan los datos a través de software especializados (Blades, 1997; Goodall, 1997, citado por Carter y Walker, 1999). Estos han de ser igualmente recalibrados con periodicidad para que sean precisos aunque algunos proveedores ofrecen dicho servicio (Carter y Walker, 1999).

Estos sistemas permiten el control de las fluctuaciones por el personal pertinente (comisarios, conservadores y administradores) sin apenas gasto de tiempo del personal (Carter y Walker, 1999).

El personal del Museo puede llevar a cabo la mayoría de las tareas de conservación. Sin embargo, si un espécimen requiere de tareas de restauración o una limpieza más exhaustiva, o si las medidas básicas de conservación no frenan el deterioro, entonces el museo debe contar con la ayuda de un restaurador (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Sobre la conservación preventiva se ha investigado intensamente, y existe una bibliografía extensa, incluso en referencia a colecciones de historia natural (no tanto en español). Por ello no nos extenderemos mucho, sino que abordaremos algunas cuestiones generales y otras específicas de las colecciones biológicas, (de animales montados).

## 15.2 CONDICIONES DE TEMPERATURA, HR, ILUMINACIÓN Y CONTAMINANTES

### 15.2.1 Temperatura

---

Recordar que la temperatura y la HR están íntimamente ligadas. Las fluctuaciones en la primera afectarán a la HR: si la temperatura sube, la HR baja y viceversa; es decir, una temperatura estable ayuda a prevenir fluctuaciones en la HR (MANL, 2013?).

En el establecimiento de una temperatura de conservación óptima se contempla también la inocuidad hacia el ser humano y el ahorro de energía. (Barreiro et al., 1994), pero se corre el riesgo de que puedan proliferar plagas y microorganismos en climas húmedos.

Si bien existen parámetros medioambientales dados para especímenes montados, debe recordarse que muchos de éstos presentan rellenos realizados de múltiples materiales e incluso armaduras internas. Por ello, es también importante tener en cuenta los parámetros de conservación para cada uno de estos materiales. La piel que recubre estos materiales situados en el interior del espécimen puede amortiguar las agresiones externas, aunque no las frena y cada material interno responderá de manera diferente.

Los rangos de temperatura ideales para la conservación de la pieza (al igual que pasa con los de humedad), varían de unas fuentes a otras, como podrá observarse en el apartado de HR, donde se incluyen ambas.

Las distintas piezas pueden requerir ser almacenadas a temperaturas y HR diferentes. Mathias (1994) aconseja un rango de temperatura entre 18-20° C, confortable para el ser humano. (Carter y Walker, 1999).

El ambiente más fresco es beneficioso para los especímenes, ya que cuanto mayor es la temperatura, mayor es la actividad biológica que se pueda desarrollar (dependerá también de la HR). Este autor también señala que el almacenaje se puede dar a rangos de temperatura entre 13-15° C. (Carter y Walker, 1999).

Actualmente, como ya se ha comentado, muchos museos están optando por mantener sus colecciones de estudio a una temperatura baja para evitar de esta manera la proliferación de organismos y evitar con ello la necesidad de fumigar, contaminando las piezas.

El traslado desde zonas de almacenaje frías a zonas de estudio más cálidas puede provocar problemas de condensación entre otros. Por ello se recomienda la zonificación de las colecciones para diferentes tipos de especímenes que requieren distintas condiciones medioambientales (Carter y Walker, 1999).

Cuando los parámetros de temperatura y HR no son los adecuados en un espacio expositivo o en un almacén se recurre a la climatización, para dotar al lugar de las condiciones óptimas que los objetos necesitan (Calvo, 2002, p. 161) para permanecer estables.

Pero la medida de control ambiental debe primero contemplar las deficiencias de aislamiento térmico y estanqueidad frente a la humedad de cerramientos, puertas y ventanas del edificio. Estas deficiencias se deben tratar (lo que se denominaría control pasivo) y recurrir entonces al control activo mediante equipos (Ministerio de Cultura (IPCE, 2009)

En espacios reducidos como las vitrinas se crean los llamados microclimas (Calvo, 2002, p. 161), que son condiciones propias y en la mayoría de las ocasiones, diferentes a las del espacio circundante (la habitación). Estos microclimas también se pueden regular como se verá en el apartado dedicado a la exposición de las piezas.

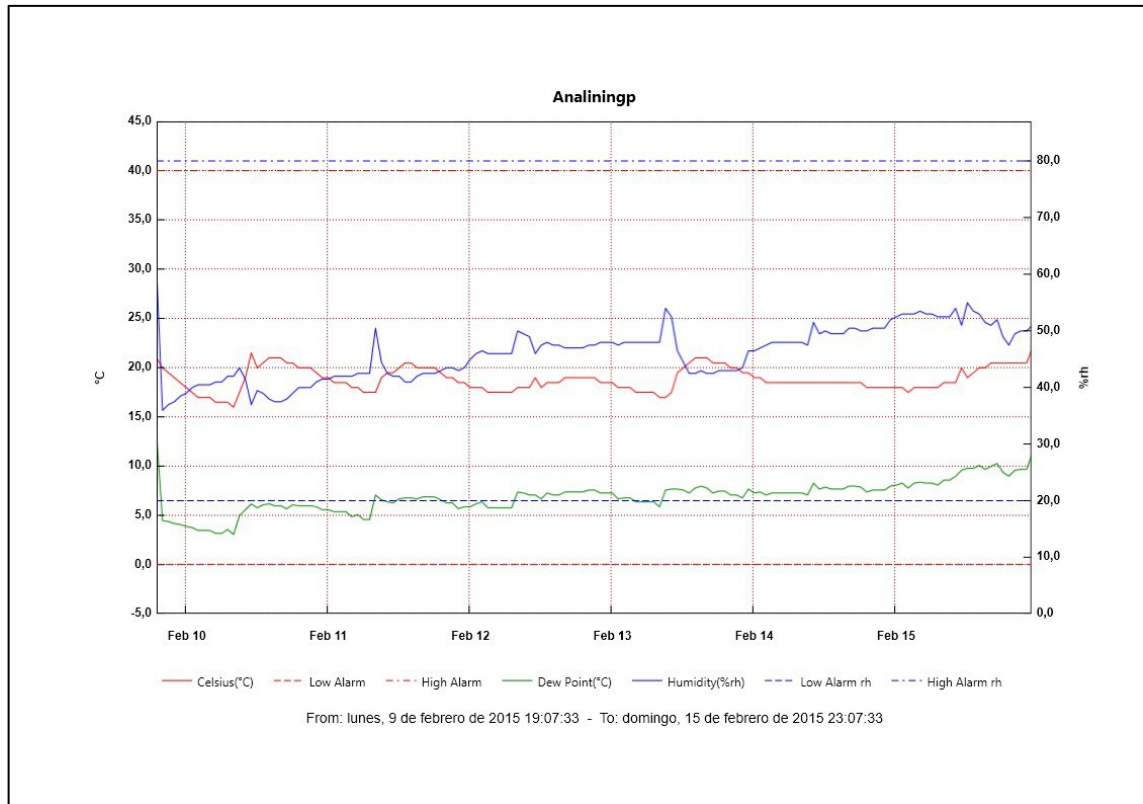
Para regular la temperatura y mantenerla en el rango deseado, el sistema de climatización debe contar con un termostato, activándose automáticamente para enfriar o calentar cuando la temperatura de la habitación varía de la prefijada, manteniendo una temperatura constante (Calvo, 2002, p. 162). Un buen sistema de climatización evita muchas intervenciones (Thiney, 2000).

Existen varios modelos de aparatos de climatización que pueden regular la humedad y la temperatura de una habitación, pero en caso de tener un presupuesto escaso existe métodos alternativos más económicos. Recordar además, que se pueden crear microclimas dentro de las vitrinas y la humedad puede ser superior en zonas, por ejemplo, adyacentes a los muros, a la que presenten vitrinas más centradas en el contexto espacial.

Existen muchas maneras de medir y controlar la temperatura, desde los tradicionales termómetros, a los termohigrómetros, que miden la temperatura y la HR a la vez.

Para controlar los límites de temperatura y humedad se emplean termohigrómetros que registran los valores periódicamente. En muchos museos se están instalando aparatos que controlan parámetros con temperatura, humedad o luz, controlados por medios informáticos facilitando el trabajo de monitoreo (Barreiro et al, 1994).

Actualmente, el uso de Datta Loggers, aparatos que no solo miden sino que registran las mediciones y pueden generarse gráficas, facilita en gran medida el control de las condiciones medioambientales. Una unidad de Dattalogger portátil, conectable al ordenador, varía de precio entre los 120 y 200 euros. La ventaja es que se puede trasladar a distintos lugares; la desventaja que presenta su posible empleo es que en ocasiones pocos museos se pueden permitir tener varias unidades.



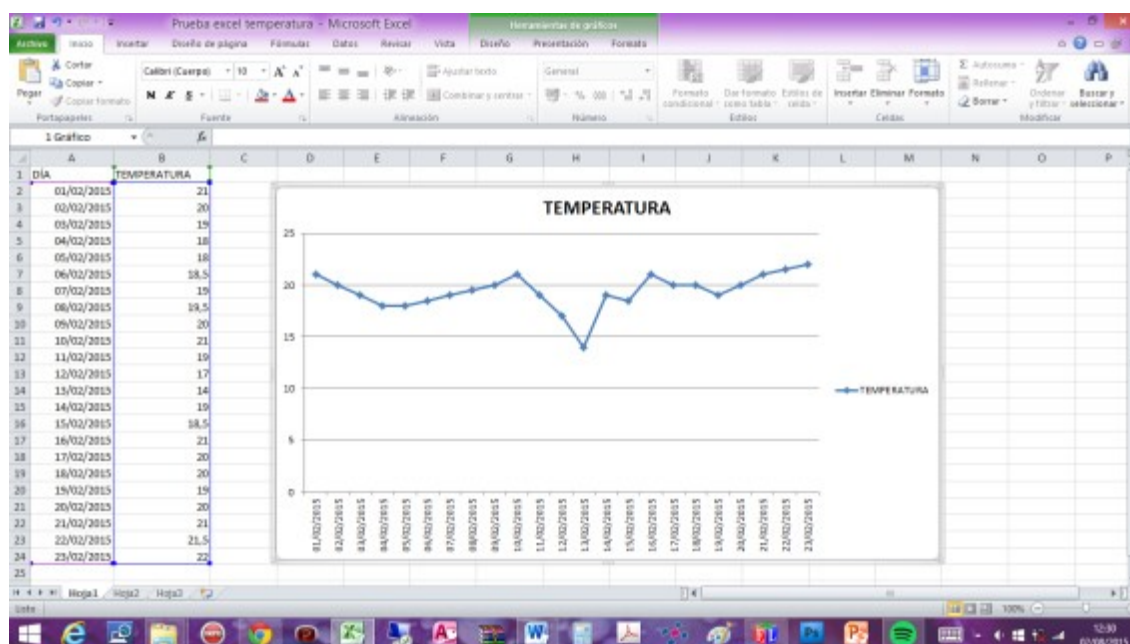
**Figura 232. Gráfica de medición de Datalogger correspondiente a 1 día**

Además como ya se ha comentado, dentro de las vitrinas también se producen microclimas. Alternativa más económica a, por ejemplo, las estaciones meteorológicas comerciales es la instalación en cada vitrina de un termómetro de acuario que cuestan menos de 2 € (incluso más económicos si se adquieren varios a la vez). Por tanto, es una opción útil para museos con apenas recursos económicos.



**Figura 233. Termómetros para acuario**

La desventaja de este método es que se debe disponer de tiempo si se quiere realizar un seguimiento para registrar cada día las mediciones y poder generar una gráfica en un programa informático como, por ejemplo, Microsoft Excel.



**Figura 234. Creación de una gráfica en Excel de Temperatura a partir de medición manual**

Actualmente, en los museos se está empleando la termografía, que es una forma de ver de manera general cuáles son los puntos calientes y fríos del Museo y determinar los puntos débiles: por ejemplo dónde se está produciendo una temperatura óptima para crearse un nido de insectos, o si las paredes transmiten los cambios térmicos del exterior. Esta técnica, muy útil, presenta el inconveniente de que es costosa (actualmente una cámara térmica puede costar desde 1200 € a 12000 €, según el rango de medición y la calidad de la misma). Estos equipos también se pueden alquilar, pudiendo ser útil esta última opción en planes de aclimatación del museo.





Measurements °C		
Ar1	Max	19.2
	Min	18.9
	Average	19.1
Ar2	Max	19.0
	Min	15.9
	Average	17.1
Sp1		13.0
Sp2		20.9
Sp3		18.5

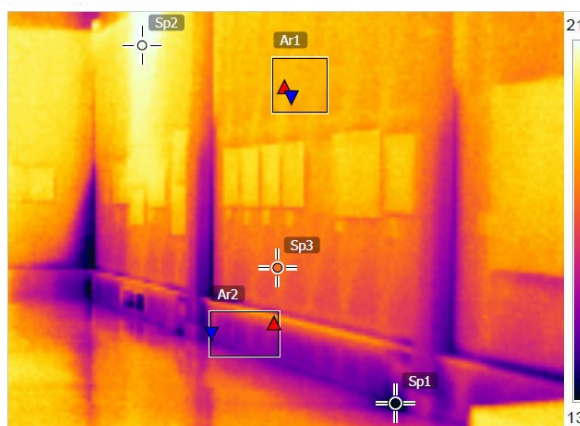


Figura 235. Termografía de una sala expositiva



### 15.2.2 Humedad relativa

---

“Recordar que la HR puede definirse como la cantidad de humedad en el aire en comparación con la cantidad de humedad que el aire puede contener a la misma temperatura” (MANL, 2013?).

A menudo, los niveles de humedad relativa que se recomiendan para una correcta conservación de especímenes naturalizados no tienen en cuenta lo diferentes que pueden ser unos especímenes de otros. Como se ha indicado, no reaccionará igual un espécimen con un cuerpo rígido que otro que posea un relleno blando, de igual manera que un relleno de escayola no es igual que un relleno de resina de poliéster aunque ambos sean rígidos. Tampoco por ejemplo, si la piel ha sido adherida con un adhesivo al relleno o no, y si éste adhesivo es soluble en agua o no.

El tipo y forma de curtido recibido es también un factor muy importante en la incidencia de la HR sobre la pieza; aquellos que han sido realizados por un buen curtidor no sufrirán daños con las variaciones higrométricas (Thiney, 2000).

RANGOS DE HR Y TEMPERATURA RECOMENDABLES PARA DISTINTOS MATERIALES	
MATERIAL	RANGOS
Especímenes Taxidermia	<p><b>35-55%, <math>\pm 5</math></b> de HR. Temperatura mejor fría para desalentar plagas (MANL, 2013?)</p> <p><b>55 % <math>\pm 5</math></b> HR, y <b>20 ° C</b> de temperatura (Thyney, 2000)</p> <p><b>45-55%</b> HR. Evitar temperaturas por encima de 25°C, aunque esto es menos crítico si se mantiene la HR en un rango adecuado). (CCI, 2009).</p> <p><b>50% <math>\pm 5\%</math> de HR, 18-22 ° C</b> para temperatura. La temperatura de 13-15 ° C es aceptable si la HR es baja. Se debe evitar las temperaturas altas y evitar puntos calientes, como encima de radiadores. (d) Las temperaturas más bajas (13-15 ° C) son aceptables si la humedad relativa es baja (Dickinson, , 2006, p. 137)</p> <p><b>50 % HR</b> (a 18° C) (Aragón, 2005)</p>
Plumas	<p><b>50-55%</b> de HR (Schaeuffelhut et al., 2002)</p> <p><b>35-55%, <math>\pm 5</math></b> de HR (MANL, 2013?)</p> <p><b>45-55%</b> HR (Bishop Museum, 1996)</p>
Papel (libre unrestrained) / Textil / Tintas, tintes y otros colorantes (MANL, 2013?).	<p><b>35-55%, <math>\pm 5\%</math></b> de HR. Riesgo de moho por encima de 60%. Cuanto más frío mejor; <b>20 ° C</b> como máximo (MANL, 2013?)</p> <p><b>45-60 %</b> de HR para papel (óptimo 50) (Ruíz, )</p>
Cuero / Piel	<b>45-55%, <math>\pm 5\%</math></b> de HR, riesgo de moho por encima de <b>60%</b> de HR, cuanto más frío mejor, <b>20 ° C</b> como máximo (MANL, 2013?).
Hueso / marfil / cuerno / caparazón	<b>50-55%, <math>\pm 5\%</math></b> de HR, frío mejor, <b>20 ° C</b> como máximo (MANL, 2013?).
Madera	<b>35-55%, <math>\pm 5\%</math></b> de HR, <b>20 ° C</b> como máximo de temperatura para mantener estable la HR (MANL, 2013?).
Metales no ferrosos	Máximo <b>40% de HR</b> . Temperatura suficiente mente caliente para mantener baja la humedad (MANL, 2013?).
Cerámica / Vidrio / piedra	<b>30%</b> como máximo de HR si hay sales) (MANL, 2013)
Metales ferrosos	<b>40%</b> HR como máximo, al <b>20%</b> HR si la sal está presente (marina u objetos arqueológicos) (MANL, 2013?).
Objetos de Museo en general	<b>38-55% <math>\pm 5\%</math></b> de HR. (MANL, 2013?).

Polímeros sintéticos y semisintéticos como el nitrato de celulosa	Según el tipo de polímero requerirá unas condiciones u otras de T y HR, aunque normalmente se recomienda, de manera general, que se apliquen condiciones similares a las que se aplican a las plumas ( <b>55% HR a 18° C</b> ) Santos, 2015).
Colecciones de Historia Natural	<b>55% ± 5 %</b> de HR (Thomson y Bullock, 1980, citado por Barreiro et al. 1994). 20 ° C (Stanfield, 1977, citado por Barreiro et al., 1994). Otros autores sugieren <b>19 ± 1° C</b> en invierno y <b>24° C</b> en verano (Barreiro et. al, 1994)

En la mayoría de colecciones de historia natural, podría indicarse que, como intervalo general, una HR entre el 40 y 50 % constituiría el rango ideal (Morse, 1992, citado por Carter y Walker, 1999), pero esto es difícil de conseguir. Por ello es preferible un ambiente seco a uno húmedo (Carter y Walker, 1999), ya que éste último es óptimo para el desarrollo de plagas de insectos y hongos. En ambientes húmedos como en los trópicos es difícil mantener una HR por debajo de 60-65 %, lo que da lugar a la aparición de problemas de crecimiento de hongos (Carter y Walker, 1999).

Aunque éstos son los rangos recomendables, hay que recordar que en muchas ocasiones es preferible que aunque un objeto esté fuera de un intervalo idóneo, se mantendrá en mejores condiciones que uno que sufra oscilaciones de HR y temperatura; por ello, es fundamental que se eviten estas oscilaciones. Es preferible la existencia de un nivel ligeramente más alto o bajo pero que éste sea constante (Dickinson, 2006).

Para prevenir la aparición de hongos se recomienda una buena ventilación y circulación del aire en zonas de almacenamiento y exposición. Si se produjera, se podría reducir la HR en torno a los objetos (MNHS, 2009).

Para controlar la HR localmente se pueden emplear deshumificadores y humificadores portátiles o calentadores, pero se ha de tener cuidado en el manejo de estos equipos, porque pueden provocar incendios o inundaciones. El uso de calentadores de aire puede reducir la humedad relativa en un principio pero, cuando se apagan, se produce un aumento de la HR antes de que se establezca un equilibrio (Carter y Walker, 1999).

Para evitar la influencia de la humedad que se produce en las paredes es mejor situar los gabinetes alejados de las mismas (Carter y Walker, 1999), aunque en muchas ocasiones esto se complica en lugares con problemas de espacio.

La monitorización es el mejor modo de controlar los valores de Humedad. Para ello, se pueden usar termohigrómetros, termohigrografos, dataloggers o tiras indicadoras (Carter y Walker, 1999), que miden a partir de sales de cobalto.

### 15.2.3 Iluminación

---

Como ya se indicado, todo tipo de piel y pluma está sujeto a decolorarse debido a la acción de la luz: los colores oscuros se desvanecen y los colores claros amarillean. Este problema solo se puede evitar con el control de la iluminación a la que los especímenes están expuestos. (Canadian Conservation Institute, 1984 o 2011 o 2013)

La mejor práctica de conservación de las colecciones sería almacenarlas (albergarlas) en completa oscuridad, pero las necesidades expositivas y de uso de los museos no lo permiten, teniendo que tomarse distintas medidas para reducir los efectos nocivos de la luz (Texas Historical Commission, 2013).

En numerosas publicaciones de habla inglesa, se diferencia entre tres tipos de agentes que pueden ser perjudiciales para las piezas: la radiación IR, la radiación UV y la luz visible<sup>521</sup>. (Texas Historical Commission, 2013). En España solemos incluir el IR y el UV en la luz visible, como un todo, pero en definitiva como se ha indicado en capítulos precedentes, básicamente la radiación IR produce deterioro por calentamiento y la UV por decoloración.

El efecto nocivo de la luz sobre los objetos depende de la cantidad de luz, medida en luxes, el tiempo de exposición<sup>522</sup> y el tipo de materiales que configuran un objeto (MANL, 2013?).

La siguiente tabla proporciona los niveles de iluminación recomendados para exhibición. Cuando se exhiben colecciones mixtas, se debe elegir el nivel de luz recomendado para las piezas y materiales más sensibles (Texas Historical Commission, 2013).

---

<sup>521</sup> En la visible se pueden encontrar ambas radiaciones ya que la luz visible comprende un espectro que contiene el IR cercano y el UV cercano).

<sup>522</sup> La exposición de un objeto bajo condiciones ideales en un museo durante pocas semanas podría ser igual de dañina que la exposición a la luz solar durante un día o dos, (Texas Historical Commission, 2013). ya que el efecto acumulativo de la luz en lugar de la intensidad de la luz es la que en última instancia conduce al daño” (Carter y Walker, 1999, p. 149).








RANGOS DE ILUMINACIÓN RECOMENDABLES A DISTINTOS MATERIALES			
MATERIAL		INTENSIDAD LUMÍNICA (LUXES)	CANTIDAD DE UV PERMISIBLE
Objetos extremadamente sensibles	Especímenes Taxidermia	<b>50 lux</b> (Thiney, 2000)	
	Plumas	<b>50 lux</b> o menos (la cantidad de luz en una habitación oscura) (Bishop Museum, 1996) <b>50 lux</b> (Rae, 1984, citado por Schaeuffelhut et al., 2002) <b>50 lux</b> ; de 3 a 6 meses de exposición (MANL, 2013) <b>50 lux</b> (CCI, 2013)	<b>75 µW por lumen</b> o menos (Bishop Museum, 1996) <b>75 µW</b> por lumen con filtro ultravioleta (MANL, 2013) <b>75 µW</b> por lumen (CCI, 2009)
	Textiles, acuarelas, fotografías, otros papeles; tintas, tintes y otros colorantes.	<b>50 lux</b> (Texas Historical Commission, 2013) <b>50 lux</b> ; de 3 a 6 meses de exposición (MANL, 2013)	<b>0 - 10 µW</b> por lumen. Máximo <b>75 µW</b> por lumen (Texas Historical Commission, 2013) <b>75 µW</b> por lumen con filtro ultravioleta (MANL, 2013)
	Colecciones de Historia Natural	<b>200± 50 lux</b> en materiales menos sensibles como aquellos con gran cantidad de grasa compositiva (Thomson y Bullock citado por Barreiro et al., 1994) <b>50 lux</b> en materiales más sensibles como pieles (Thomson y Bullock citado por Barreiro et al., 1994)	
	Cuero teñido/pergamino	<b>50 lux</b> ; de 3 a 6 meses de exposición (MANL, 2013)	<b>75 µW</b> por lumen con filtro ultravioleta (MANL, 2013)
	Materiales etnográficos con tintes vegetales	<b>50 lux</b> ; de 3 a 6 meses de exposición (MANL, 2013)	<b>75 µW</b> por lumen con filtro ultravioleta (MANL, 2013)
	Pieles	<b>50 lux</b> (CCI, 2013?)	<b>75 µW</b> por lumen (CCI, 2013).
	Plásticos	Entre <b>50-300 lux</b> dependiendo del tipo de resina (Santos, 2015)	



Moderadamente sensibles			
	Madera	<b>150 lux</b> máximo (Texas Historical Comission, 2013)	<b>0 - 10 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen. Máximo <b>75 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen (Texas Historical Comission, 2013)
	Pinturas al óleo	<b>150 lux</b> máximo (Texas Historical Comission, 2013) <b>150 lux</b> máximo (MANL, 2013)	<b>0 - 10 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen. Máximo <b>75 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen (Texas Historical Comission, 2013) <b>75 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen (MANL, 2013).
	Cuero	<b>150 lux</b> máximo (Texas Historical Comission, 2013)	<b>0 - 10 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen. Máximo <b>75 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen (Texas Historical Comission, 2013)
Materiales insensibles			
	Cerámica / Vidrio / piedra/la mayoría de metales	Máximo <b>300 lux</b> (Texas Historical Comission, 2013) Máximo <b>350 lux</b> (MANL, 2013?)	<b>0 - 10 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen (Texas Historical Comission, 2013) <b>75 <math>\mu\text{W}</math></b> por lumen con filtro UV (MANL, 2013?).

#### Tipos de fuentes lumínicas

Actualmente se encuentran a disposición de los museos un rango muy variado de fuentes lumínicas con pros y contras, como emisión UV, IR, coste energético, longevidad, coste económico, temperatura de color, etc.

Fuente de luz	Incandescente		Fluorescente		Otras eléctricas			Luz natural
	Tradicional	Halógeno de cuarzo	Tradicional	Compacta	Vapor de mercurio de alta presión	Vapor de sodio de alta presión	Halogenuros metálicos alta presión	
								
<b>Tipos comunes y nomenclatura</b>	Ej. A60, R50, PAR38 A: bombilla común R: reflector PAR: reflector parabólico El n° se refiere al diámetro El vatiaje varía de 25- 1000W	Ej. MR16, PAR30 MR: reflector múltiple PAR: reflector parabólico El n° se refiere al diámetro. También puede denominarse con letras: BAB, EXN, etc. Series Q: sin reflector, el n° se refiere al diámetro	Ej. T8, T12 T: tubo fluorescente CW: blanca fría WW: blanca cálida CWX: CW deluxe WWX: WW deluxe "daylight": luz natural Tipos especiales Vatiales varían : 4-215W Longitud 10-240cm	TC, TC-D, TC-L Vatiales varían : 5- 25W Longitud 10-75cm	HME, HMR Vatiales varían: 50-250W y +	HSE, HST Vatiales: 35-250W	HIE, HIT, HIPAR Vatiales: 40-660W	
<b>Construcción</b>	Filamento de tungsteno que se calienta hasta la incandescencia dentro de un envoltorio de cristal lleno de un gas inerte	Filamento de tungsteno que se calienta hasta la incandescencia dentro de un envoltorio de cuarzo lleno de gases halógenos	Tubo de cristal con una capa interna de fósforo y atmósfera de mercurio que opera por descarga eléctrica		Tubo de cuarzo con una capa interna de fósforo y atmósfera de mercurio a alta presión que opera por descarga eléctrica	Tubo de cuarzo con atmósfera de sodio a alta presión que opera por descarga eléctrica	Tubo de cuarzo (a veces con una capa interna de fósforo) con atmósfera de mercurio a la que se han añadido halogenuros metálicos. Opera por descarga eléctrica	

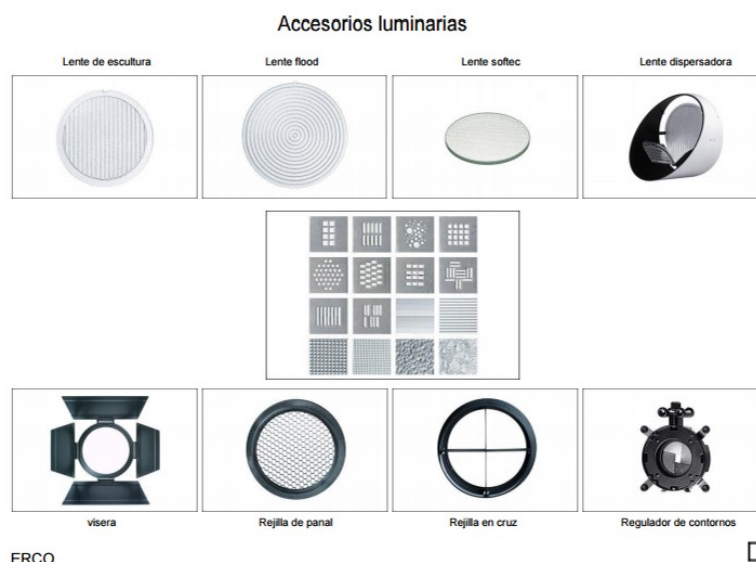
Voltaje	220	220, 12, 6	220	220	220 y +	220	220 y +	
Vida media, horas	2.000 normal, algunas hasta 5.000	2.000 normal algunas hasta 4.000,	5.000-30.000 10.000 normal	8.000-20000 10.000 normal	5.000-25.000	10.000-24.000	6.000-20.000	
Temperatura de color °K	2.800 normal	3.000 normal	CW- 4.200 normal WW- 3.000 normal "daylight"- 6500	2.700-6.500	3.300-5.300	2.000-3.300	Varía, más común la cálida 4.000	3.000-9.000
Índice de Reproducción Cromática (excelente a inaceptable)	100, excelente	100, excelente	CW, WW: 50-60 inaceptable Deluxe: 70-90 regular a bueno Tipos especiales: 90-95, excelente	Aprox. 85, bueno	Las mejores 50, muchas por debajo de 30, inaceptable	+ alto 80	100, excelente	100, excelente
Eficacia luminosa lumens/vatio	8-20	15-25	Aprox. 50-90	Aprox. 60	36-54	50-140	70-115	

Emisión UV $\mu\text{W}/\text{lumen}$ (muy bajo a alto) filtros existentes	75 normal, bajo	100-200 medio filtro de cristal o de plástico si está a una distancia adecuada	50-250 varía, bajo-medio películas de	50-150 bajo medio películas de plástico	Varía, generalmente alto. Existen filtros a medida	50-70 bajo	150-600, muy alto	300-600, muy alto películas de plástico autoadhesivas para ventanas, o cristal laminado con filtro incorporado
Ventajas de su uso en museos	Buena variedad en tamaños del haz luminoso Recambios baratos Luminarias a bajo precio	Excelente variedad en tamaños de haz luminoso Luz más fría que las incandescentes tradicionales	Larga duración baja emisión de calor Bajo consumo de energía	La única fuente útil a distancias cortas Larga duración baja emisión de calor	Utilizada para la iluminación de grandes espacios para asegurar su seguridad	<b>Generan poco calor y consumen poca energía</b>	Alta eficacia luminosa Bajo consumo de energía Lámparas con haz muy estrecho	Produce una iluminación agradable
Desventajas de su uso en museos	Demasiado brillante a distancias cortas Alta emisión de calor Los haces luminosos no son muy estrechos	Demasiado brillante a distancias cortas Emisión de calor moderada El costo de la lámpara es alto, teniendo en cuenta su duración Luminarias caras	Demasiado brillante a distancias cortas No se puede dirigir fácilmente	No se puede dirigir fácilmente Pocas luminarias existentes todavía	Distorsión pronunciada del color	<b>Provoca una distorsión pronunciada del color</b>	<b>Luz muy fría con un alto contenido en radiación UV.</b>	Dificultad en el control de la intensidad Ventanas y mecanismos de control caros de construir y mantener
Tabla de Luis Alonso Fernández e Isabel García Fernández (2010), p. 135.								

Como se ha visto, las luces incandescentes no emiten luz UV pero sí una cantidad considerable de calor. Por ello, éstas no deben ser colocadas en el interior o cerca de las vitrinas. Se debe emplear la potencia más baja posible y asegurarse de que la zona de alrededor de la bombilla está bien ventilada. (Texas Historical Commission, 2013).

Los LED (diodos electroluminiscentes), se están introduciendo con más fuerza en los entornos museísticos debido a que permiten ahorrar energía, no emiten radiación IR ni UV y la intensidad lumínica es fácilmente controlable (Cuttle, 2000, citado por Coron, Vienot y Lavedrine, 2010). Además, como se indica en el capítulo dedicado a la restauración de estas obras, se plantea como una herramienta más en la reconstrucción virtual de elementos faltantes.

Además, a estas fuentes de luz se le pueden colocar accesorios empleados para mejorar el sistema expositivo, pero que además pueden contribuir a asegurar la conservación, como difusores que reparten la luz, consiguiendo una mejor eficiencia lumínica y pudiendo reducir la intensidad de la luz.



**Figura 236. Accesorios de iluminación (García, 2009)**

#### Filtros y otras medidas de control

Al constituir la radiación UV un importantísimo agente de deterioro, se debe hacer todo lo posible para eliminar o filtrar dichas emisiones. Las fuentes más comunes de UV son la luz natural y las lámparas fluorescentes pero las lámparas de tungsteno-halógeno o las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) también emiten radiación UV.

Por ejemplo, la luz natural que entra por ventanas se puede filtrar o eliminar por medio de persianas, cortinas o estores. Otros productos filtrantes como láminas de plexiglás son otras opciones viables



(Texas Historical Commission, 2013). Una marca conocida es el filtro acrílico de UV UF-3 Plexiglas ®<sup>523</sup>. (Bishop Museum, 1996)

En 1980 Velson Horie realizó un estudio para comparar distintas películas de control solar teniendo en cuenta parámetros como la absorción de UV, la cantidad de luz, la cualidad de la luz, la temperatura de color, la representación del color, la claridad óptica, y las propiedades de envejecimiento. (Horie, 1980).

Muchos museos aún tienen una iluminación basada en fluorescentes. Para reducir la emisión de UV, los bulbos pueden filtrarse<sup>524</sup>.

Estos filtros suelen bloquear hasta el 98 % de luz UV, pero pierden la eficacia con el tiempo y deben ser renovados cada 8-10 años. (Texas Historical Commission, 2013).

Pero, aun así, la luz filtrada puede dañar los objetos. Para reducir la dosis de luz que incide sobre un objeto se pueden seguir las siguientes recomendaciones (MANL, 2013):

- Si es posible, desplazar la iluminación separando la fuente de luz de las piezas.
- Instalar reguladores de voltaje, ajustando los niveles de luz a las distintas necesidades expositivas.
- Se puede minimizar la intensidad de luz sobre los objetos iluminándolos desde un ángulo indirecto u oblicuo y/o a partir de su reflexión por el rebote de la luz en paredes y techos.
- Instalar controles de iluminación individuales para que cada luz puede ser manejada de manera independiente, atenuando o apagando cada luz según se requiera.
- Reorganizar los objetos para que los más sensibles a la luz se encuentren en zonas más protegidas o con una intensidad lumínica inferior (zonificación pasiva).
- La iluminación de vitrinas solo debe encenderse durante la exposición.
- Instalar sensores de luz que activen la luz sólo cuando existan visitas, a fin de reducir el tiempo de exposición. También existen algunos sensores que potencian los niveles de luz cuando hay visitantes.
- Los objetos sensibles a la luz solo deben exponerse durante periodos limitados de tiempo y a niveles bajos.
- Las cortinas y las ventanas deben permanecer cerradas cuando el museo no está abierto al público.
- Las zonas de almacenaje deben tener un nivel de luz suficiente para ver pero no para trabajar (se debe trabajar fuera de estas áreas) y las luces deben apagarse cuando no haya personal.

Para evaluar el tipo de iluminación existen dos equipos básicos: Uno son los luxómetros, que miden la intensidad de luz (en luxes), y otros son los ultravímetros que, por su parte, miden la cantidad de radiación UV que emite una fuente lumínica. Un luxómetro puede tener un precio de alrededor de unos 30 €, pero existen modelos más económicos, aunque quizá no tan fiables. Los ultravímetros son aparatos más costosos, y no todos los museos pueden adquirirlos. Como alternativa económica para

---

<sup>523</sup> Lámina acrílica de la casa Altuglas International, Arkema, que filtra el 95% de la radiación UV desde los 395 nm.

<sup>524</sup> Los filtros se comercializan en forma de tubos de plástico duros o fundas de plástico blando que se envuelven alrededor de la bombilla. (Texas Historical Commission, 2013). Los precios se sitúan alrededor de los 50\$ (aprox. 45 euros) por docena y se pueden adquirir en tiendas de iluminación especializadas o de conservación. (Texas Historical Commission, 2013 creo)

medir la intensidad de luz, se puede emplear un fotómetro de fotografía, aunque el rango de medición suele tener un mínimo alto, por encima de los 50 luxes recomendados para colecciones de taxidermia.

La termografía ya citada también es usada para poder ver de manera general la temperatura y la incidencia en los objetos de las fuentes lumínicas.

#### 15.2.4 Niveles de polución aconsejables

---

Ya se ha puesto de manifiesto que los contaminantes que pueden causar daños en las colecciones son partículas y gases (MANL, 2013?).

Las vitrinas son un buen método para aislar el espécimen de los contaminantes externos, aunque en muchas ocasiones no son estancas. Además, dentro de la vitrina se pueden generar climas contaminados derivados, por un lado, de los materiales de construcción de las mismas y, por otro, de los emanados desde el propio espécimen como se indicó en el capítulo anterior. Por estas razones se deben controlar los materiales de fabricación, y monitorizar la polución interna de una vitrina, aunque nunca se debe abrir por razones caprichosas una vitrina que esté sellada, si ésta se encuentra estable.

Como se verá en el apartado dedicado a la exposición de las piezas, algunas vitrinas presentan circuitos de control climáticos propios.

En ocasiones, los especímenes de grandes dimensiones no pueden ser introducidos en vitrinas y están expuestos a los diferentes contaminantes. Por esta razón, debido a que muchos museos de historia natural presentan especímenes al aire, se deben filtrar las condiciones ambientales generales.

Para eliminar los contaminantes atmosféricos se recomienda disponer de un sistema de ventilación cerrado que filtre el aire. p. 159 (Barreiro, González y Rey, 1994). Los sistemas de climatización, además de mantener las condiciones de HR y temperatura constantes, deben filtrar los contaminantes del aire. Un sistema apropiado debería filtrar contaminantes sólidos (partículas)<sup>525</sup> y los contaminantes gaseosos como el SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, u O<sub>3</sub> entre otros<sup>526</sup>. El Ministerio de Cultura señala que no son adecuados los sistemas de filtrado de precipitación electroestática<sup>527</sup> ya que provocan la ionización de las moléculas del aire volviéndolas más reactivas (Ministerio de Cultura, 2009).

Ya se ha visto en el capítulo dedicado a tóxicos que existen distintos aparatos y técnicas para monitorizar el ambiente, por ejemplo la dosimetría pasiva. En colecciones de historia natural se recomienda la monitorización de compuestos carbonílicos ya que atacan las colecciones calcáreas.

---

<sup>525</sup> Al menos del 80 %.

<sup>526</sup> Debe eliminar el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) hasta niveles inferiores a los 10 µg/m<sup>3</sup>, y el ozono (O<sub>3</sub>) hasta niveles inferiores a 2 µg/m<sup>3</sup>.

<sup>527</sup> Dispositivos empleados para atrapar partículas mediante su ionización, atrayéndolas por una carga electrostática inducida (Wikipedia, 2015)

Así mismo la existencia de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, por el daño que produce sobre los materiales orgánicos (Blades, citado por Carter y Walker, 1999) ya que al combinarse con la humedad se convierten en ácidos.

### 15.3 MANIPULACIÓN

Las colecciones en seco se pueden dañar fácilmente, debido a una manipulación y un apoyo inadecuados, falta de cuidado y un almacenaje deficiente. (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

La manipulación inapropiada suele ser una de las más frecuentes causas de deterioro como ya se ha señalado, ya que los especímenes naturalizados suelen ser muy rígidos. Se les puede romper un ala, pata, rabo o dañar el plumaje (Canadian Conservation Institute, 1984 o 2011 o 2013) o pelaje con facilidad.

Como la pérdida de pelo en los especímenes puede ser un proceso continuo, se debe minimizar al máximo la manipulación de dichos objetos (Canadian Conservation Institute, 1984 o 2011 o 2013) ya que, como se verá en el apartado dedicado a restauración, existen escasos recursos actualmente "para readherir o prevenir la caída del pelo" (Canadian Conservation Institute, 1984 o 2011 o 2013).

Por todas estas razones, se debe manipular cada espécimen como si fuera el más valioso de la colección, insustituible (NPS, 2005, Ap. T, T:1), además tener en cuenta que pueden ser extremadamente frágiles, aunque no lo parezcan (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

En caso de manipulación se deben seguir unos protocolos que aseguren la integridad del objeto. Algunas recomendaciones parecen obvias, pero si se considera que deben ponerse de manifiesto es porque continúan produciéndose fallos en estas actuaciones.

En el manejo de las colecciones patrimoniales el uso de guantes es básico. Recordar que en este tipo de colecciones cobra mayor importancia esta recomendación, debido a que muchas de estas piezas han sido tratadas con pesticidas y otros compuestos tóxicos, recomendándose el uso de guantes desechables, así como bata y una mascarilla con filtro (Canadian Conservation Institute, 1984 o 2011 o 2013).

Usar guantes durante la manipulación y el transporte, además, reduce la transferencia de grasas y suciedad desde las personas a los especímenes y viceversa (National Park Service, 2006, 11/9). Los aceites, ácidos y sales en la piel humana pueden dañar la mayoría de materiales con el paso del tiempo. (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Los guantes de algodón (limpios) se pueden usar con colecciones (nuevas), pero al manejar especímenes más antiguos (antes de 1970) se debe emplear guantes de látex o nitrilo sin empolverar (NPS, 2005, Ap. T, T:1), ya que muchos especímenes han sido tratados con arsénico u otros pesticidas y antifúngicos, como el cloruro de mercurio tóxicos y pueden filtrarse a través de las fibras de algodón (National Park Service, 2006, 11/9). También podrían causar una reacción alérgica (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

Se debe evitar manipular los especímenes con las manos desnudas. (NPS, 2005, Ap. T, T:1), pero si no se usan guantes, ya que en la manipulación y algunos trabajos no se recomiendan o son contraproducentes<sup>528</sup>, se debe lavar las manos antes y después de manipular cualquier espécimen (National Park Service, 2006, 11/9). También deben estar secas y libres de lociones (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Algunas otras recomendaciones incluyen:

- Se debe conocer el estado de conservación del espécimen antes de moverlo (NPS, 2005, Ap. T, T:1) y también su historia para estar al corriente de cualquier daño y restauración anterior (Texas historical comisión, 2013 o s/f), ya que estas zonas pueden ser más frágiles.

Los especímenes montados pueden ser poco manejables, pesados o de grandes dimensiones para manipularlos una única persona. Se debe pedir ayuda para mover estas piezas y usar carros con correas de sujeción si es posible (National Park Service, 2006, 11/9).

- También se puede usar un carrito de transporte con los estantes acolchados y paredes para el transporte en una habitación, área o de un edificio a otro. (NPS, 2005, Ap. T, T:1).



**Figura 237. Grupo de águilas calvas en carritos de transporte en el Museo Estatal de Alaska “Alaska State Museum”**

- Siempre que sea posible es preferible manipular los objetos por la base (Canadian Conservation Institute, 1984 o 2011 o 2013), aunque hay que evitar que cimbreen especímenes por ejemplo con largas patas como los flamencos (en este caso es preferible realizar el traslado entre dos personas o asegurando el cuerpo del espécimen de alguna manera).

- Si la base no existe o no se considera segura, se debe levantar y mover el espécimen sujetándolo por su componente estructural más fuerte. No debe levantarse sujetándolo por salientes, huesos pequeños, alas o cualquier tipo de anexo, ya que estas áreas son muy débiles y se pueden separar del espécimen llegando a romperse o perderse (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

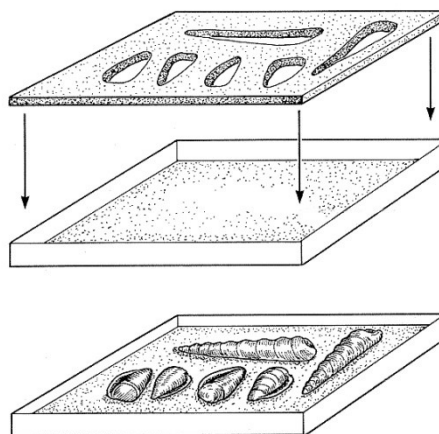
Algunas otras recomendaciones incluyen:

<sup>528</sup> por ejemplo si el objeto pudiera caerse fácilmente de las manos enguantadas (Texas historical comisión, 2013)

- Antes de mover cualquier pieza, se debe tener la certeza de que existe un lugar claro (designado) para colocarlo. (Texas historical comisión, 2013 o s/f)
- Cuando se vaya a devolver un espécimen a su ubicación original (un mueble) se debe comprobar que hay espacio entre la parte superior del espécimen y la parte inferior del cajón antes de cerrar el cajón; algunos especímenes poseen orejas muy largas como conejos o liebres y se pueden romper con facilidad (National Park Service, 2006, 11/9).
- No comer, beber, ni fumar durante la manipulación (NPS, 2005, Ap. T, T:1).
- Evitar llevar objetos o complementos (contenidos de los bolsillos del pecho, joyas, relojes, hebillas de cinturón) que puedan dañar el espécimen, para evitar arañazos o enganchones en la superficie. (NPS, 2005, Ap. T, T:1). También debe tenerse cuidado con los botones u otros accesorios que puedan estar en contacto con la pieza (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

#### Manipulación correcta

- No se deben apilar los objetos con el fin de moverlos. En caso de objetos pequeños o ligeros, se pueden colocar en una cesta bien acolchada o bandeja, evitando que los artefactos se toquen entre sí (Texas historical comisión, 2013 o s/f).
- No tirar de los objetos, ni empujarlos o deslizarlos (Texas historical comisión, 2013 o s/f).
- En caso de obras enmarcadas (como los cuadros de pájaros del MNCN), éstas deben ser transportadas en vertical, nunca horizontalmente, agarrando las áreas fuertes del marco en la parte inferior y lateral. Se deben utilizar carros acolchados si fuera necesario (Texas historical comisión, 2013 o s/f).
- Se deben manipular los especímenes de uno en uno y preferiblemente con las dos manos, una para apoyar la pieza y otra para equilibrarla (NPS, 2005, Ap. T, T:1).
- Si se transporta un espécimen en una bandeja, se debe asegurar su inmovilidad para que no se caiga; para ello, pueden realizarse huecos con la forma de cada objeto en un material idóneo para ello (por ejemplo, espuma de polietileno) (NPS, 2005, Ap. T, T:1).



**Figura 238. Bandeja cubierta con espuma de polietileno donde se encajan los objetos**

- Si es necesario colocar el espécimen eventualmente en una posición inestable para realizar un examen, se debe sujetar con firmeza y devolver el espécimen a una base estable en cuanto sea posible. (NPS, 2005, Ap. T, T:1).
- Moverse lentamente durante la manipulación y nunca correr (NPS, 2005, Ap. T, T:1).
- Preservar (salvaguardar) toda la información asociada al espécimen como rótulos o etiquetas (NPS, 2005, Ap. T, T:1).
- Si se rompe alguna parte del espécimen se debe re-adherir en cuanto sea posible o introducir la pieza suelta en una bolsa de polietileno o en un sobre de papel de pH neutro sin tamponar, para que no se pierda (NPS, 2005, Ap. T, T:1). También se pueden introducir en frascos de vidrio dentro del habitáculo de almacenaje de cada espécimen, y en el caso de que sea en un frasco de vidrio (tapado con tapón de polietileno o de espuma de polietileno en vez de corcho que presenta carácter ácido), debe acolcharse la superficie de apoyo para que no ruede. (National Park Service, 2006, 11/9).

#### Seguridad y aleccionamiento

Aunque muchos investigadores deben manejar especímenes, no todos conocen los procedimientos de manipulación adecuados (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

Por ello, el investigador debe asegurarse, en primer lugar, de que sabe manejar los ejemplares de la colección (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

Se debe instruir a todos los usuarios de las colecciones sobre cómo manipular los especímenes. Esto se puede llevar a cabo facilitando a los investigadores una copia con las directrices de manejo de la colección (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

Se debe instar a los usuarios de la colección a firmar una declaración en la que se comprometan a cumplir todas estas indicaciones y normas aplicables para poder acceder a la colección. (NPS, 2005, Ap. T, T:1).



#### Higiene

- Debe utilizarse un área de trabajo limpio, acolchado y de color claro, para poder visualizar con facilidad cualquier elemento que se desprenda del espécimen (NPS, 2005, Ap. T, T:1). Se puede emplear una cubierta de espuma de polietileno de 1/8" para amortiguar la zona de trabajo (NPS, 2005, Ap. T, T:1). Esta medida además reduce el riesgo de que los objetos deslizantes puedan rodar y caerse. Además de limpio, el espacio de trabajo debe estar libre de alimentos, bebidas e instrumentos punzantes como lapiceros, herramientas, clips o llaves (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

- Debe utilizarse una bata o delantal blanco de laboratorio, ya que como se ha indicado, los fragmentos de plumas y pelos de animal y los excrementos de insectos son más visibles sobre un fondo blanco (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

-Usar pinzas o las manos enguantadas para mover con cuidado los elementos sueltos (NPS, 2005, Ap. T, T:1)

Algunos ejemplares requieren requisitos especiales de manipulación (NPS, 2005, Ap. T, T:1). Por ejemplo, "debido a la fragilidad de los huevos, algunos museos solo permiten la manipulación en presencia de un curador o un gerente" (National Park Service, 2006, 11/9). Las partes óseas son muy vulnerables a daños físicos, especialmente los dientes (National Park Service, 2006, 11/7). Los especímenes liofilizados ya que son muy frágiles, se deben manipular lo menos posible y con mucho cuidado (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

Los especímenes encastrados (vitrinas/cajas) y las colecciones de préstamo alojadas en sus propios recipientes de transporte especialmente diseñados para ello no presentan grandes problemas de manipulación. Las vitrinas deben marcarse como objeto FRÁGIL y ser paletizadas o atadas antes de su traslado o, si son muy pequeñas, cogerlas con las manos (con guantes) (Hendry, 1999).

Los especímenes en general deben ser montados sobre una base sólida para su transporte, ya que al aire son muy vulnerables durante su manipulación. En aves montadas, las partes más vulnerables son los cuellos (Hendry, 1999).

Los ejemplares de grandes dimensiones sin vitrina se pueden mover de manera segura asegurando la base a tableros de madera con tiras de papel que abrazan la base, y que se grapan a las tablas. Cuanto más grandes sean los tableros, más estabilidad tendrá el conjunto, aunque su tamaño puede estar limitado a las restricciones en el acceso a las salas (Hendry, 1999).

La manipulación de algunos ejemplares puede resultar peligrosa; Por ejemplo, las garras de las aves de presa están muy afiladas y pueden arañar o engancharse fácilmente. Por ello, si se mueven sin una base de apoyo, éstas deben envolverse con cuidado. Por otro lado, las colas y las orejas de los mamíferos, aunque presentan alambre y rellenos, son zonas muy vulnerables.

Los cuernos y astas son también peligrosos y deben forrarse, por ejemplo con espuma de polietileno (Hendry, 1999).

## 15.4 ALMACENAJE

Cualquier pieza aceptada en la colección de un museo probablemente residirá en el almacén una cantidad significativa de tiempo. Las medidas de conservación incluyen proporcionar al artefacto un almacenamiento adecuado a largo plazo. (Texas historical comisión, 2013 o s/f)

Los vertebrados montados son más propensos a recibir daños por técnicas deficientes de almacenamiento y manipulación, que por cualquier otro agente de deterioro, lo que demuestra el poco valor que se otorga a estas colecciones y el gasto considerable que implica su correcta conservación (Hendry, 1999, p. 15).

Los especímenes montados siempre se han considerado reemplazables o prescindibles. Un reflejo de este desdén, es que muchos se exhiben y almacenan al aire o se les suele colocar en las zonas de almacenaje donde las condiciones ambientales son peores (Fuller, 1992).

### **Gestión y rutinas de almacenaje**

El área de almacenaje ha de situarse en un entorno regulado de temperatura y de humedad relativa. La iluminación debe ser mínima, en completa oscuridad cuando sea posible (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Como ya se ha indicado, actualmente numerosas colecciones de historia natural se almacenan en frío, reduciendo además el uso de productos tóxicos en las colecciones y mitigando el riesgo para la salud (CCI Notes 3.1) y los especímenes. Pero recordar que este sistema puede ocasionar problemas si no se gestiona bien.

Por ejemplo, se deben aclimatar las piezas a temperatura ambiente y embolsarlas <sup>529</sup> al sacarlas y meterlas en las zonas de almacenaje en frío. (Marilen A. Pool, 1997).

El lugar de almacenaje también es importante: se debe evitar almacenar los artefactos a lo largo de las paredes exteriores, porque los niveles de HR y temperatura fluctúan más fácilmente en estas zonas. También se debe evitar almacenarlos en el suelo: estos deben ser situados al menos a unos 30 cms. para protegerlos contra inundaciones. Tampoco se deben colocar las colecciones cerca o debajo de las ventanas, tuberías de agua, calentadores o unidades de climatización y ventilación (Texas historical comisión, 2013 o s/f) o radiadores (altas temperaturas), cerca de luces (que pueden causar calentamiento localizado y decoloración) o sobre pisos de hormigón (Canadian Conservation Institute, 8/3, 1984 o 2011 o 2013).

Una de las normas de seguridad recomendada por el Comité para la Seguridad en los Museos es que los sistemas de climatización e instalaciones eléctricas estén rodeados de cortafuegos para evitar la expansión de los incendios.

---

<sup>529</sup> Michaleski, (s.f) recomienda colocar los objetos en bolsas de plásticos durante 24 horas hasta alcanzar la temperatura ambiente para evitar los problemas de condensación (Pool, 1997).

Los museos deben disponer el área de almacenaje separada de la de exposición y de las oficinas. Los productos de limpieza, suministros de oficina, etc. se deben almacenar en otro lugar (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Para el transporte y movimientos de mercancías voluminosas y pesadas, difíciles de transportar, es preferible que el almacén esté ubicado en un espacio que no posea escaleras o, en caso de tenerlas, que tengan gran pendiente. Por ello, lo idóneo es disponer de un muelle de carga. De igual manera la sala debe poseer pasillos amplios y algún sistema de transporte para material pesado como plataformas con ruedas o paletizadoras y la colocación de polipastos.

Respecto a las buenas costumbres de uso, se debe por ejemplo, devolver siempre el espécimen al armario tras su disfrute o manipulación y cerrar las puertas (después de extraer la pieza o devolverla a su lugar. Nunca deben dejarse los especímenes fuera durante la noche ya que pueden ser atacados por distintas plagas como roedores, escarabajos y polillas (National Park Service, 2006, 11/9).

Un armario bien cerrado es la mejor protección para los especímenes, ya que los protege de la radiación UV, el polvo, los contaminantes, las plagas y la temperatura y la Humedad Relativa no adecuadas (National Park Service, 2006, 11/9).

Devolver un espécimen infectado a un gabinete puede exponer todo el contenido a una infestación masiva (National Park Service, 2006, 11/9).

Se deben así mismo ventilar las zonas de almacenaje para inhibir el crecimiento de hongos y mantenerlas libres de polvo y suciedad, para evitar la proliferación de plagas. (Canadian Conservation Institute, 8/3, 1984 o 2011 o 2013).

En referencia a la seguridad en el almacén, se debe limitar el acceso al almacenaje a sólo el personal necesario y voluntarios. Los visitantes no deben entrar por cualquier motivo no justificado plenamente. Se debe instalar una cerradura en la puerta y distribuir las llaves y/o combinaciones de cierre solo a personal seleccionado (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Frente al robo, la colección ha de estar completamente inventariada e introducir las oportunas medidas de seguridad para que éste no se produzca.

#### **Organización de las colecciones**

Existe cierta variedad de metodologías para organizar las colecciones de aves y mamíferos.

La mayoría de las colecciones de vertebrados están organizadas mediante un sistema taxonómico y catalogadas conforme a un sistema filogenético<sup>530</sup> reconocido (Hendry, 1999, p. 15).

Otra organización que se puede dar es una ordenación alfabética sencilla por familia o género (National Park Service, 2006, 11/9). En el orden físico se ordenan los especímenes por sexo, localidad, especie o subespecie.

---

<sup>530</sup> Este tipo de clasificación organiza taxones a nivel de subespecie basándose en una autoridad taxonómica reconocida.

El sistema usado debe permitir a los investigadores encontrar con facilidad los especímenes requeridos, pero no todos los usuarios de colecciones de historia natural tienen conocimientos sistemáticos, así que las colecciones deben estar organizadas en función del personal que va a utilizarla y el uso que se le va a dar (National Park Service, 2006, 11/9).

Se debe documentar la disposición de cada elemento de la colección y tener una copia que puedan usar los investigadores y el personal (National Park Service, 2006, 11/9).

La correcta ubicación de los ejemplares tras su admisión es un paso fundamental para la conservación de las colecciones, ya que esta buena práctica facilita el uso de la misma, evita extravíos, movimientos innecesarios, etc. Para ello, los cuartos donde permanecen las colecciones deben estar numerados, al igual que los armarios, estanterías, cajas frascos, etc. donde estén contenidas las piezas. Todas estas numeraciones se reflejan en diferentes soportes de información (libro de entrada, ficheros, etiquetas, etc.).

Los especímenes montados suelen estar almacenados aparte de las colecciones de referencia, también conocidas como colecciones de estudio. Es difícil almacenar estas colecciones con un sistema filogenético debido a las diferencias que presentan en cuanto a volumen y forma (Hendry, 1999, p. 15). Además, suelen necesitar más espacio debido a su conformación irregular.

Las colecciones tipo deben guardarse en un lugar diferente al del resto de la colección y se mantendrán unas condiciones de seguridad y de fácil evacuación mayores que el resto de la colección.

### **Sistemas de almacenaje**

#### **Gran almacenaje (armarios, estanterías, etc.).**

El almacenaje en armarios de diversos tipos, estanterías o gabinetes por ejemplo se conoce como gran almacenaje y los mencionados muebles como unidades de almacenamiento.

"La unidad de almacenamiento proporciona la primera línea de defensa para las colecciones" (Carter y Walker, 1999, p. 146).

Las mejores unidades de almacenaje (armarios o estantes) son las diseñadas específicamente para cada museo, pero pueden resultar costosas (Texas historical comisión, 2013 o s/f).



**Figura 239. Estanterías de metal al aire**



**Figura 240. Armarios compactos**

**Los sistemas compactos** se han ideado para ahorrar espacio. Este tipo de armarios se desplazan sobre carriles, consiguiendo un aprovechamiento del espacio de un 70 % (Barreiro et al., 1994).

Además algunas instituciones proveen una protección adicional contra el polvo usando tiras de sellado o juntas alrededor de los bordes (Fenner, 1992, citado por Carter y Walker, 1999, p. 146).

El riesgo que presentan estos sistemas de almacenaje consiste en que surge la posibilidad de provocar daños mecánicos a los especímenes, bien por la vibración, bien por la compactación de las unidades, posibilidades que pueden reducirse mediante el uso de amortiguadores. Los especímenes muy frágiles no deberían ser almacenados en estas unidades de almacenaje (Carter y Walker, 1999, p. 146)

Los sistemas de almacenaje de accionamiento a motor no se recomiendan, ya que pueden sufrir averías o cortes de suministro inutilizándolos e impidiendo el acceso a las colecciones (Carter y Walker, 1999, p. 146).

Existe otro tipo de armario denominado "Clen" que contiene bandejas regulables y que es idóneo para almacenar objetos de pequeño tamaño (Barreiro et al., 1994). Éstos suelen usarse para ejemplares de estudio, aunque también se pueden almacenar especímenes montados de pequeño tamaño.

Si se colocan en cajones de armarios (los de pequeño volumen), necesitan algún tipo de fijación para evitar que se vuelquen al abrir y cerrar los cajones (National Park Service, 2006, 11/9).



**Figura 241.** Aves naturalizadas de la Colección Bourguignon en el Museo de la Naturaleza de Canadá “*Canadian Museum of Nature*”, almacenadas en el interior de un armario metálico de bandejas, forrada la base con espuma (se desconoce la naturaleza de la espuma, pero posiblemente se trate de porespán). Para asegurarlos se ha clavado en la espuma unos clavos de forma perimetral (el problema es que estos clavos deberían ser forrados para aislar el metal y evitar dañar las bases)

Las estanterías abiertas se suelen emplear para almacenar especímenes grandes y robustos que difícilmente se pueden almacenar en armarios cerrados (Carter y Walker, 1999, p. 146). Este tipo de estanterías permiten que se deposite polvo y otros agentes de deterioro, por ello se deben utilizar para almacenar colecciones que ya estén envasadas en botes, frascos o cajas (Barreiro et al., 1994).

Se pueden proteger los especímenes mediante cortinas resistentes al agua y al polvo. Estas no deben tocar el suelo, ya que pueden ensuciarse y mojarse en caso de inundaciones. Los especímenes más grandes se pueden proteger por cubiertas impermeables (Fikioris, 1992; Guynes, 1992, citados por Carter y Walker, 1999, p. 146).

En países propensos a grandes desastres, los estantes deberían tener bordes para frenar las caídas y las unidades de almacenamiento deben fijarse con correas o cadenas (Carter y Walker, 1999, p. 146).

Los montajes de pequeño y mediano tamaño se conservan mejor en gabinetes (armarios pequeños). Si hay espacio disponible, es preferible realizar una base de apoyo que mantenga el espécimen dentro de los límites de esta, lo que ayuda a la protección durante la manipulación, transporte y almacenaje de las piezas en su contenedor (Hendry, 1999, p. 15).

Los armarios y cajoneras pueden proporcionar buena protección, pero se debe poner cuidado en amortiguar las vibraciones que se producen al cerrar cajones y puertas. Por ello, todos los cajones deberían presentar una espuma de alta densidad en la parte posterior (Carter y Walker, 1999, p. 146).



En colecciones para las que se dispone de recursos en conservación preventiva, se suelen forrar los cajones de los armarios que contienen las colecciones de pieles con espuma de polietileno (Carter y Walker, 1999, p. 146) o fieltro de poliéster 100% puro (Hendry, 1999, p. 15). También se puede emplear un tejido de pH neutro (Carter y Walker, 1999, p. 146).

Las unidades de almacenamiento deberían tener puertas de madera o metal sólido o si son de vidrio éstas deben disponer de filtros para las radiaciones UV. Los gabinetes deben estar ligeramente levantados sobre pedestales para proporcionar ventilación y protección frente a pequeñas inundaciones (Carter y Walker, 1999, p. 146). Los bajos de los armarios deberían estar abiertos para poder limpiar debajo pero, si esto no es posible, se puede tratar éste área con un insecticida residual (ver tema siguiente) como Drione (Carter y Walker, 1999, p. 146).

Respecto al material empleado en los gabinetes, existen distintas opiniones: La mayoría de las maderas liberan ácidos orgánicos que pueden dañar el material biológico (recordar la enfermedad de Byne que afecta a los huevos). Además los gabinetes viejos de madera pueden ser atacados por plagas. (Carter y Walker, 1999, p. 146. Además, estas emanaciones pueden favorecer la corrosión del metal (Morse, 1992, citado por Carter y Walker, 1999). Por tanto, los armarios y estanterías donde se guardan los especímenes no deberían ser de madera. El lado positivo es que se consideran buenos protectores frente a las fluctuaciones de temperatura y HR (Carter y Walker, 1999, p. 146). Las estanterías de madera, si finalmente han de utilizarse, deberían tratarse con pintura a base de emulsiones acrílicas para interior o exterior, uretano acrílico, epoxis o uretanos, líquidas plásticas con base de poliuretano, vinilo acrílico o acrílico modificado (Alonso y García, 2010).

Aun así, deberían estar forradas con papel libre de ácido o cartón barrera (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Por ello, es preferible emplear armarios y estanterías metálicos que estén lacados con pinturas inertes que no produzcan emanaciones nocivas y tengan propiedades ignífugas (Barreiro et. al., 1994). Además, presentan la ventaja de que son insensibles a las plagas, además de más baratos y más consistentes, aunque los cajones de metal son más caros. El material ideal, ya que es menos pesado que otros metales, sería el aluminio, pero este resulta caro (aluminio anodizado) (Texas historical comisión, 2013 o s/f). Se han diseñado cajones de plástico, pero planteaban problemas con la electricidad estática (Carter y Walker, 1999, p. 146).

Actualmente, se intenta que los grandes contenedores sean lo más herméticos posible y que permitan el aprovechamiento del espacio. Por ello, es preferible el uso de armarios que de estanterías (Barreiro et. al., 1994).

Para asegurar la hermeticidad de los armarios, las puertas de estos deben ser reforzadas por una junta perimetral flexible e inerte, como por ejemplo de Neopreno®,<sup>531</sup> o con la goma Buna-N®<sup>532</sup>, que además posee un mecanismo de presión para que las juntas sellen perfectamente. En España no existía este tipo de armarios hasta que el Departamento de Colecciones del MNCN junto a otras firmas

---

<sup>531</sup> Caucho sintético basado en el policloropreno (polímero del cloropreno) que resiste temperaturas extremas.

<sup>532</sup> Goma de nitrilo: es un copolímero de goma sintética formado por acrilonitrilo (ACN) y butadieno.

nacionales, diseñaron una serie de armarios que cumplían con estas características (Barreiro, et al., 1994).

Además, para evitar los deterioros producidos por vibraciones y terremotos, se recomienda recubrir el fondo de los estantes o bandejas donde están ubicados los ejemplares con una capa amortiguadora<sup>533</sup>, que atenúe las vibraciones y evite el desplazamiento de los frascos y ejemplares. También se recomienda que los armarios y estanterías se encuentren fijados a la pared. (Barreiro et. al., 1994).

Steel describe en 1970 un sistema de almacenamiento para aves montadas que también puede usarse para mamíferos, donde los especímenes están unidos a estantes deslizantes dentro de armarios contruidos a propósito. Una versión del método consiste en almacenar especímenes montados a ambos lados de paneles de madera verticales estáticos, dentro de carpas de polietileno (constituye una opción temporal económica) (Hendry, 1999, p. 24).



**Figura 242. Planchas de madera con perforaciones empleadas para apoyar especímenes montados en exhibición, usadas en este caso para el almacenaje en posición vertical.**

Las vitrinas de vidrio se pueden readaptar y usarse para el almacenaje pero es difícil mantenerlas estancas (Hendry, 1999, p. 24).

Las cornamentas o los trofeos (cabezas) se pueden suspender en una malla metálica de un calibre grueso, empleando soportes acolchados. No se debe perforar el espécimen para anclarlo a los portes de apoyo, ya que se le produciría un daño irreversible. Si existe espacio suficiente, es preferible almacenar estas piezas en estantes abiertos o en armarios cerrados (National Park Service, 2006, 11/9).

<sup>533</sup> En el manual de catalogación y gestión de las colecciones científicas de historia natural (1994) se refiere el uso de espuma de poliestireno para este cometido. Este material recomendado como adecuado a mediados y finales de los años 90, en los manuales más modernos de 2005 ya no se recomienda o con restricciones, como que debe ser claro y rígido y no estar expuesto a disolventes ni fumigantes (Fenn, 1999 citado por Simmons y Muñoz Saba, 2005)



**Figura 243. Montaje de una cabeza a través de la sujeción con una hebilla a la arandla de la cabeza y reforzando la sujeción con pulpos sujetando los cuernos.**

Para sujetarlas en la malla se pueden utilizar ganchos de hebilla si los escudos de madera presentan una arandela. Los cuernos se pueden asegurar con pulpos (Ver fig. 1.17) (Hendry, 1999, p. 15).

#### **Pequeño almacenaje: cajas, botes, etc.**

Las cajas se emplean principalmente para guardar ejemplares en seco. Pueden elegirse de cartón o de plástico, desaconsejándose el uso de cajas de madera porque producen emanaciones nocivas para el espécimen (actualmente existe el material Marvelseal<sup>®534</sup> que se emplea para forrar materiales no tan adecuados, evitando el contacto directo con las piezas a conservar).

Para sellar cajas de madera herméticamente, Hendry (1993) recomienda el uso de adhesivo de pistola. Anon (1992) recomienda las colas 3M 3764<sup>®</sup>, Bostik Thermogrip 6363<sup>®</sup> y Evo-stik 7702<sup>®</sup>,<sup>535</sup> como las más idóneas en materia de conservación (Hendry, 1999, p. 15).

Las cajas de cartón deben tener las mismas propiedades que el papel usado para el etiquetado (más adelante se describe), pero al ser de un gramaje alto suelen estar realizados por reciclaje de trapos y papel, por lo que lo que deben tener por lo menos un pH neutro y que estén realizados con fibra natural preferiblemente de algodón. Muchas veces como ya se ha comentado el presupuesto no da para poder comprar los mejores materiales y se emplean cajas de cartón corrugado (Barreiro et al., 1994).

Por ejemplo, proporcionar un ambiente de pH neutro prolonga la vida de plumajes (Bishop Museum, 1996). El pH ideal de las plumas es un pH neutro (Bishop Museum, 1996). Las cajas de madera y cartón suelen tener un pH ácido, de 6 o menos, convirtiéndose el envase en un catalizador de reacciones de

<sup>534</sup> Película barrera de polietileno y nylon aluminizado, resistente al paso del vapor de agua y de otros gases nocivos. Se adapta y fija a las formas con calor.

<sup>535</sup> Los tres son adhesivos termoplásticos a base de EVA (copolímero de etilen vinil acetato).

deterioro (Bishop Museum, 1996). Por eso las cajas deben tener un pH neutro (Bishop Museum, 1996). Una buena caja de almacenaje amortiguará los cambios súbitos de temperatura y HR, produciéndose en el interior los cambios más lentamente (Bishop Museum, 1996).

Las cajas de plástico deben ser inertes y estables (como policarbonatos, metacrilato, polipropileno y polietileno), para evitar que el plástico interactúe con los ejemplares (Barreiro et al., 1994).

Se pueden utilizar en ocasiones materiales y recursos que han sido ideados para otras colecciones como el material osteológico, teniendo en cuenta que hay que adaptarlos a los parámetros y necesidades establecidos para especímenes montados (como un pH adecuado o que el material carezca de electricidad estática, ya que ésta podría arrancar pelos y plumas).

Por ejemplo, para almacenar esqueletos en cajas o bandejas se suelen amortiguar y empaquetar las piezas con espuma de polietileno de célula cerrada, realizando una cavidad donde apoyen o estén incluidos (National Park Service, 2006, 11/7).

Los cajones, si no se utilizan bandejas, se deben revestir de papel secante de algodón sin tamponar, cuya función es la de reducir el movimiento de los especímenes en la apertura y cierre de los cajones. Además, absorben la grasa que aún permanece en la piel y evitan que las bandejas y cajones se manchen, facilitando además la visión del daño en especímenes y la existencia de excrementos de posibles plagas. (National Park Service, 2006, 11/9).

Muchos pájaros pequeños que carecen de peana se pueden almacenar, al igual que se hace con este tipo de pieles de estudio, en tubos de plástico redondos, ya que su naturaleza es muy frágil (National Park Service, 2006, 11/9).

Lo ideal es que cada recipiente almacene un solo artefacto (Texas historical comisión, 2013 o s/f). Además los contenedores deben ser lo suficientemente grandes como para extraer e introducir el espécimen si dañarlo. (National Park Service, 2006, 11/9).

Es importante que las cajas estén correctamente numeradas.

### **Materiales de almacenaje**

La elección de los materiales usados en el almacenaje depende del tipo de colección biológica (NPS Ap. T, 2005), pero de manera general los materiales usados son (NPS Ap. T, 2005):

- Espuma de polietileno de celda cerrada (Volara® Type A o Plastazote®).
- Tejido de polietileno opaco no tejido producido por extrusión de filamentos (Tyvek®).
- Película de poliéster.
- Polipropileno o polietileno moldeado de alta densidad.
- Papeles y tableros de pH neutro de alfa-celulosa, libres de lignina y sin tamponar.
- Productos de papel de 100% algodón sin tamponar de pH neutro<sup>536</sup>.

---

<sup>536</sup> Poner en contacto papel tamponado con una reserva alcalina puede dañar los pigmentos y proteínas en especímenes de aves y mamíferos. Por eso se debe emplear materiales sin búfer (reserva alcalina), o sin ácido con especímenes de historia

- Telas de algodón puras (bien lavada).
- Fibra de poliéster (relleno de fibra de poliéster expandida, no tejida y sin resina).
- Madera contrachapada para exterior de densidad media o alta, impregnados con fenol-formaldehído cuya superficie esté laminada con melamina o laminado de aluminio/plástico, que hacen barreras de vapor. El contrachapado no debe emplearse en situaciones herméticas (Alonso y García, I., 2010).
- Cristal.

Estos materiales pueden no obstante ocasionar problemas y hay que tomar una serie de precauciones (NPS Ap. T, 2005):

- Polietileno: El polietileno se funde a aproximadamente a 120° C. Esta temperatura está muy por debajo de aquella a la que muchas aves y pieles de estudio de mamíferos, pieles sin curtir, especímenes con plumas o pelaje, especímenes de plantas, y el papel se dañan por efecto del calor. Si se produjera un incendio y la espuma estuviera en contacto directo con la pieza, el plástico se derretiría y dañaría los especímenes antes de que éstos se deterioraran por el calor. Se debe separar del contacto directo con los especímenes empleando un papel de pH neutro cuya superficie sea lisa.

Tanto las espumas de polietileno como las películas desarrollan una carga estática en condiciones de baja humedad y pueden dañar:

- Espuma de polietileno:

- Las superficies friables, como el periostraco en muchas conchas.
- Piezas/partes frágiles como los de algunos especímenes de plantas
- Pelo o plumas.

Además, la espuma de polietileno se puede adherir con facilidad a pequeños especímenes y objetos como los que tienen pelaje o salientes puntiagudos, dañándolos al retirar la espuma (NPS Ap. T, 2005).

Algunas espumas expandidas tienen los poros abiertos en sus bordes de corte, teniendo un tamaño idóneo para que algunos insectos depositen huevos o larvas para pupar. Esto se puede solucionar con una ventilación adecuada, el sellado de los bordes con pistola de aire caliente o cortando la espuma con un cuchillo caliente para sellar el borde (NPS Ap. T, 2005).

La película de poliéster (Mylar D®, Melinex 516®) tiene un punto de fusión muy alto, pero desarrolla carga electrostática a niveles de humedad de aproximadamente 40% o menos. (NPS Ap. T, 2005).

Así mismo, la fibra de poliéster siempre debe estar separada del contacto directo con cualquier elemento de la colección que tenga pequeñas protuberancias o una superficie friable porque puede dañarla.

El polipropileno puede presentar los mismos problemas que se dan en las películas de polietileno.

Hay materiales que no deben usarse para el almacenaje de especímenes biológicos:

---

natural, o si se emplean bandejas con reserva alcalina, interponer un papel secante de pH neutro para evitar el contacto directo con los álcalis.

- Poliestireno<sup>537</sup>.
- Cloruro polivinilo (PVC)
- Espumas de poliuretano<sup>538</sup> y barnices de poliuretano a base de aceite.
- Polímeros sintéticos contienen plastificantes inestables u otros aditivos
- Pinturas de esmalte alquídico.
- Bakelita (un plástico negro duro), que se descompone cuando se expone a alcohol y / o vapor de formaldehído.
- Productos de papel acidificados.
- Productos de papel con reserva alcalina (en colecciones que contienen proteínas, pigmentos animales, o están destinados a ser utilizados en algunos estudios de taxonomía bioquímicos o químicos).
- Madera y de fibras, aunque se puede utilizar la madera para la construcción de palés para grandes especímenes si :
  - Se utiliza en una habitación bien ventilada.
  - Se sella correctamente la madera
  - Los materiales de la colección no están en contacto directo con la madera
- La mayoría de metales sin recubrimiento<sup>539</sup>.
- La mayoría de textiles de calidad comercial.
- Guata de algodón (ya que es extremadamente higroscópica y atrae y retiene la humedad en los especímenes) sin aislar.
- Caucho natural.

Si los especímenes portan pesticidas, los plásticos de almacenaje se pueden deteriorar: Además de los ejemplos ya referidos, el uso de paradiclorobenceno (PDB) ha afectado a algunos viales de poliestireno que han presentado signos de agrietamiento. (National Park Service, 2006, 11/9).

Dado que un gran número de instituciones no posee grandes recursos, existe un debate sobre el uso de los materiales más costosos o el grado de idoneidad de los materiales para preparación y almacenaje. Generalmente, se ha seguido un enfoque pragmático que ha repercutido sobre los especímenes montados, dado el escaso estatus que han tenido en ocasiones, lo que ha dado lugar a actuaciones negligentes (Hendry, 1999, p. 15).

#### Cubiertas y bolsas

Si el museo no puede proporcionar un contenedor de almacenaje para cada objeto o si la pieza es demasiado grande, se puede utilizar una cubierta para protegerlo o crear una cortina para estanterías abiertas, como se ha indicado. Estas cubiertas deben ser lavadas periódicamente (Texas historical

---

<sup>537</sup> El poliestireno no es propenso al deterioro por oxidación pero puede amarillear y agrietarse si se expone a la luz del sol (Hendry, 1999, p. 15). Además si se exponen a compuestos que contienen anillos de benceno como algunos fumigantes o la naftalina, puede ablandarse (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

<sup>538</sup> Se deteriora con la exposición a la luz, temperaturas altas y contaminantes ácidos. También la HR inadecuada puede afectarle (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

<sup>539</sup> El aluminio metálico y materiales de barrera de vapor hechos con papel de aluminio pueden ser un peligro si se usa con colecciones que han recibido tratamiento para el control de plagas usando sales de mercurio o compuestos clorados ya que estos productos químicos reaccionan con el aluminio. (NPS Ap. T, 2005).



comisión, 2013 o s/f) y además deberían ser opacas para agregar una protección extra contra la luz. (National Park Service, 2006, 11/9).

Se puede proteger los objetos del polvo cubriéndolos con sábanas de algodón de tejido tupido (CCI, 8/3, 1984) El algodón blanco o crudo o mezclas de algodón y poliéster también se pueden emplear, pero se deben eliminar acabados y aprestos lavándolas (Anon, 1992, citado por Hendry, 1999, p. 24).

Una opción que se suele aplicar en áreas que son susceptibles de cubrirse con polvo es tapar las piezas con película de polietileno. Esta es la opción más económica, aunque, como se ha indicado, estos plásticos son electroestáticos y atraen el polvo. Para sellar las bolsas Guynes (1992) sugiere el uso de imanes (Hendry, 1999, p. 24).

También se pueden emplear láminas de polietileno en forma de tiendas de campaña para que la cubierta no esté en contacto directo con los especímenes (Canadian Conservation Institute, 8/3, 1984 o 2011 o 2013).

Las bolsas de polietileno cerradas herméticamente por termosellado o por sistema zip deben ser monitorizadas con frecuencia, ya que se puede crear un microclima hostil dentro de la bolsa. Si esto se convierte en un problema, se puede dejar un extremo sin sellar (Hendry, 1999, p. 15).

Tomando como ejemplo los recursos empleados para pieles extendidas, con especímenes que tengan exceso de grasa de la piel se puede introducir un papel secante dentro de la bolsa, fácilmente sustituible (Hendry, 1999, p. 15).

Hendry señala que la técnica más pobre de almacenaje de especímenes montados es la envoltura con bolsa de polietileno y colocados en estanterías abiertas (Hendry, 1999, p. 15). Por eso, si las piezas van colocadas en estanterías, sobre las baldas de las mismas se colocará una lámina de Moltopren<sup>®540</sup> o de Icolen<sup>®541</sup> de un grosor entre 1 y 1,5 cm para evitar vibraciones y golpes.

El uso de cubiertas de Tyvek<sup>®</sup> hechas a medida, es más adecuado, pero éstas son más costosas. Pueden limpiarse con un trapo húmedo y se pueden cerrar con costuras, selladas con un sellador térmico, o con grapas (Hendry, 1999, p. 24).

En conservación de artículos de peletería se almacena las pieles con Tyvek<sup>®</sup>, ya que no genera su propio polvo como el Calico<sup>®</sup>,<sup>542</sup> frena la luz y los excrementos de insectos no se adhieren. También se emplea este último material, ya que ofrece mayor protección frente a los cambios de humedad (Heiberger, 2002).

Las cabezas de trofeos pueden almacenarse por separado en estantes. Las cubiertas de Tyvek<sup>®</sup> también son las más recomendadas de todos los materiales en este caso, ya que son fáciles de realizar y se limpian con facilidad (Hendry, 1999, p. 15).

---

<sup>540</sup> Espuma de poliuretano (en caso de tener dudas si es apropiado que este material esté en contacto directo con el espécimen, interponer una película de papel de pH neutro u otro tejido barrera).

<sup>541</sup> Espuma de polietileno

<sup>542</sup> Tafetán de algodón



**Figura 244. Jirafas cubiertas por Tyvek en el sótano del Museo de Historia Natural de Londres.**

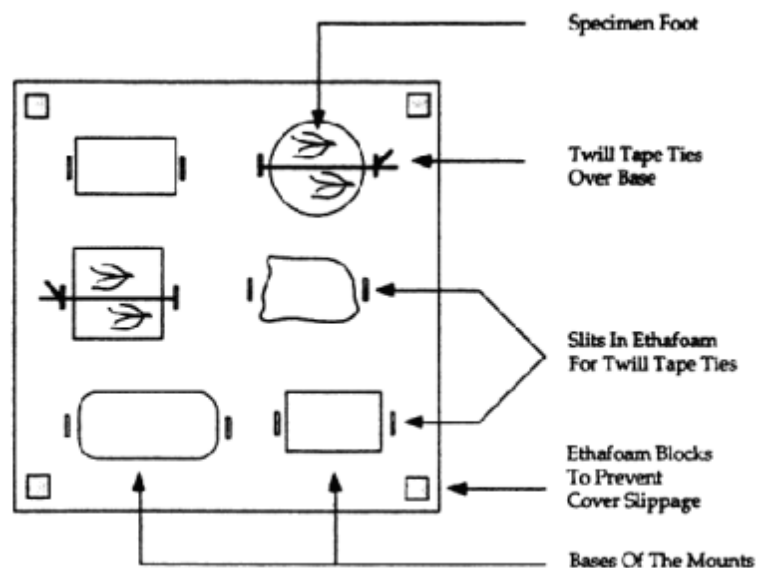
#### Algunas consideraciones o ejemplos especiales de almacenaje

Debido a su valor expositivo, los especímenes montados se suelen reutilizar en diferentes representaciones. Esto a menudo implica la eliminación de sus bases y perchas originales provocando daños físicos y llevando a tratamientos restauradores que a menudo no son adecuados y ni siquiera se documentan en muchos casos. Los especímenes que se han desmontado y no se vuelven a utilizar, suelen llevarse a las colecciones de pieles de estudio. Para poder adaptarlos en estas colecciones, a veces se cortan los alambres de las patas a la altura de los pies. Otros especímenes desmontados se colocan almacenados recostados de lado o boca arriba (Fuller, 1992).

Algunas soluciones para el almacenaje de especímenes montados sirven para ahorrar espacio y proteger los especímenes con un coste inferior a las cajas herméticas de metal. Los montajes que conservan la peana se pueden asegurar de manera individualizada sobre una plancha rectangular de Ethafoam<sup>®543</sup> (ver figura 3). El Ethafoam<sup>®</sup> se corta al tamaño del estante. Una plancha de 60 cmx 60cm y 5 cm de alto puede albergar 6 especímenes de tamaño mediano como patos, y es fácilmente manejable. Los especímenes se colocan y se fijan en el Ethafoam<sup>®</sup> recortando hendiduras alrededor de la base, en la parte delantera y trasera, en las que se hacen pasar cintas de sarga de algodón o alambre recubierto de polietileno que sujetan la peana pasando por la parte superior de esta entre los pies, y se atan en la parte superior de la plancha. Si se utiliza alambre, éste se debe acolchar con una tira de polietileno, a fin de que no entre en contacto con la peana, (Volara 2A<sup>®</sup>, blanco de 0,6 cm) (Fuller, 1992).

---

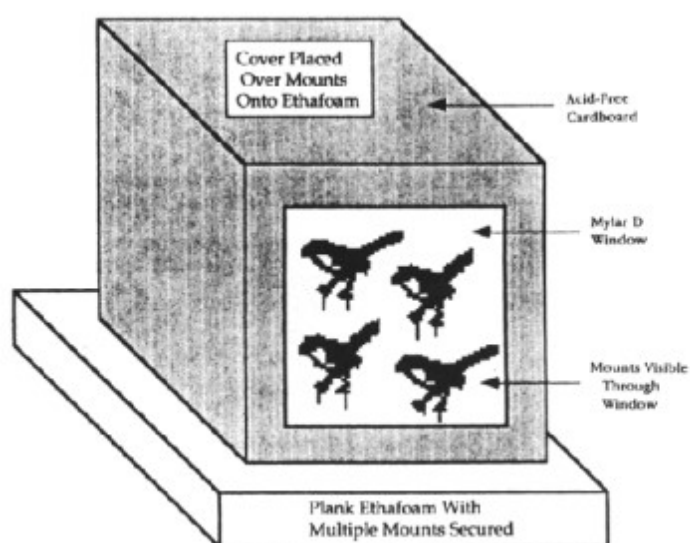
<sup>543</sup> Bloque de espuma de polietileno



**Figura 245.** Esquema de varios especímenes de pequeño tamaño montados sobre una plancha de Ethafoam®

Estos montajes se pueden recubrir con una cubierta de cartón de pH neutro que descansa en la plancha de Ethafoam® pegado con cinta Tyvek®. Éstas pueden tener una ventana en la parte delantera cubierta con Mylar-D<sup>544</sup> (figura 15). La cubierta puede fijarse en su sitio con pequeños cubos de Ethafoam® asegurados con adhesivo de fusión a las esquinas inferiores de la plancha, que evitarán que la cubierta se deslice. Si la parte superior de la cubierta descansa sobre los laterales de la cubierta este sistema puede ser apilable. (Fuller, 1992).

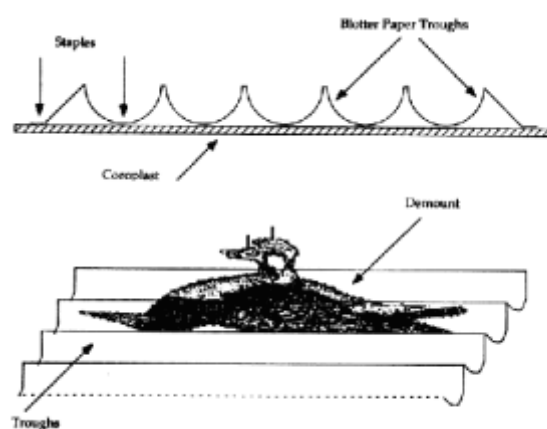
<sup>544</sup> Lámina de tereftalato de polietileno (PET)



**Figura 246. Cubierta protectora en forma de caja con una ventana transparente para poder ver el interior**

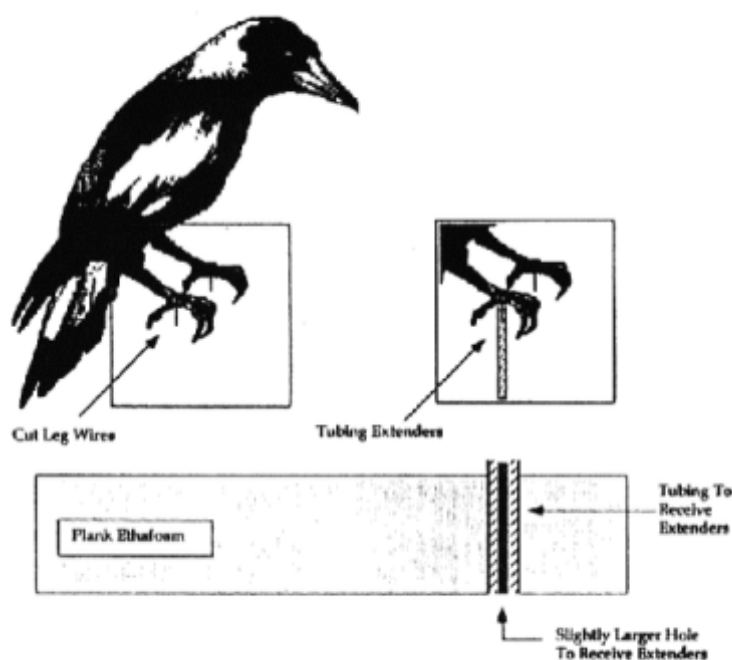
Los especímenes desmontados a los que no se les ha cortado los alambres se pueden colocar en su posición original enderezando los alambres y embutiéndolos sobre un soporte apropiado. Enderezar los alambres puede producir daños (Rose et al., s/f. citado por Fuller, 1992) en el espécimen y en los alambres. Además, en algunos casos, algunas preparaciones nunca llegaron a estar montadas y deben permanecer inconclusas, como un registro histórico (Fuller, 1992).

Para aliviar temporalmente a las aves pequeñas desmontadas se ha ideado un sistema de carriles realizado con papel secante apoyado a una serie de canales redondeados que se grapan sobre un soporte rígido de polipropileno como el denominado Coroplast®. Los cuerpos se adaptan a los valles/canales y las alas extendidas pueden apoyarse sobre lo alto de las crestas. Si se requiere mayor protección, las formas acanaladas se pueden cortar para adaptarse al interior de las cajas de almacenamiento con solapas delanteras desplegables (Fuller, 1992).



**Figura 247. Pequeño ave naturalizada reposando sobre una película de Coroplast para su correcto almacenaje.**

Los especímenes desmontados que tienen los alambres de las patas cortados son difíciles de almacenar en su posición correcta. Se pueden alargar los alambres de las patas empleando un tubo de polietileno telescópico (suministrado por compañías de suministro médico o científico): el alambre se introduce en el tubo cuyo diámetro se ajusta perfectamente al alambre. Posteriormente en una plancha de Ethafoam® se inserta otro tubo de polietileno hueco que albergará el otro tubo ajustándose de tal manera que el espécimen se puede retirar sin perder el tubo extensor del alambre (Fuller, 1992).



**Figura 248. Ejemplo de extensores telescópicos de los alambres de las patas de especímenes que no tienen peana**

Especímenes de aves de mayor tamaño como, por ejemplo, un halcón, se pueden montar de manera similar a la citada anteriormente, contando con un soporte de contrapeso para nivelar el incremento de peso de la pieza. Cuando los alambres se han embutido en el tubo de polietileno, se pueden insertar en la pieza de Ethafoam® que se asegura como una pieza horizontal en una caja de almacenaje de documentos. Los lados del interior de la caja se forran con Ethafoam® y se cortan canales para recibir los trozos de Ethafoam® que soportan al espécimen, embutiendo éstos en los canales de la plancha de Ethafoam® de la caja. De esta manera, se evita que la cola del espécimen golpee el fondo de la caja. Las piezas que se han cortado para hacer los canales se pueden utilizar para reforzar el conjunto, reduciendo su longitud e insertándolas en la parte superior de los canales sobre la pieza transversal. (Fig. 19) Además de ser un sistema de soporte equilibrado, la caja ofrece protección contra daños mecánicos (Fuller, 1992).

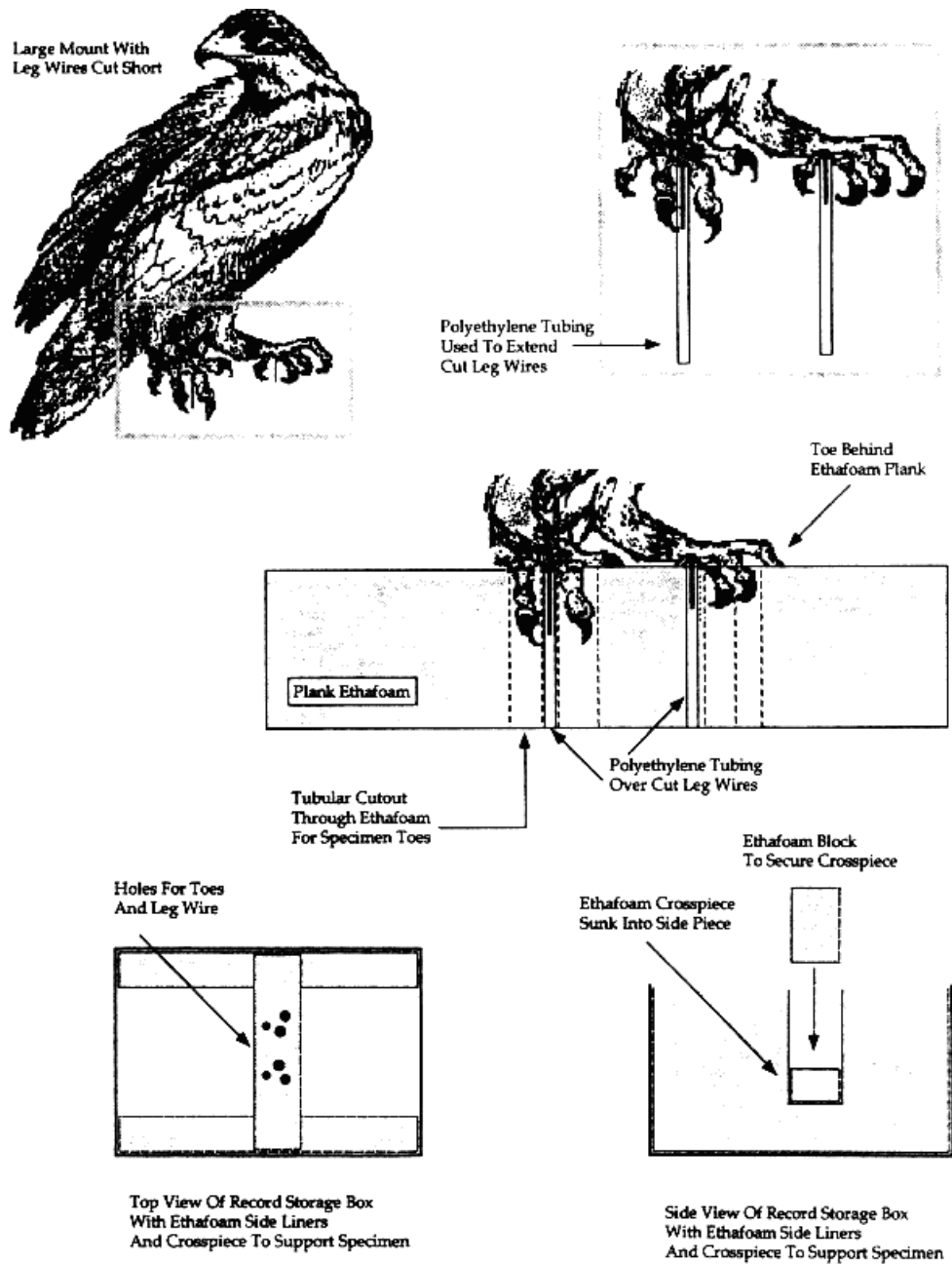


Figura 249. Montaje de especímenes de aves de grandes dimensiones que no tienen peana





**Figura 250. Caja protectora**

Algunos recursos empleados como elementos sustentantes en especímenes desmontados pueden ser empleados así mismo en ámbitos expositivos. A continuación, se muestran algunos ejemplos:



**Figura 251. En este caso se observan dos ejemplares de huia, *Heteralocha acutirostris* (extinto desde 1907) del Museo de Nueva Zelanda, (*Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa*) (Ref. OR.000096) montadas sobre una plancha de espuma de polietileno de alta densidad de color negro**

<http://collections.tepapa.govt.nz/Topic/2955>



**Figura 252.** Águilas pertenecientes al Museo de Denver, *Denver Museum of Nature & Science*, sin peana, almacenadas con soportes de espuma de polietileno



**Figura 253.** Colección de taxidermia del Museo estatal de Alaska, *Alaska State Museum*. Aves montadas en soportes de polietileno

Muchas técnicas que se utilizan en el almacenaje de pieles y otras colecciones en seco como huevos o nidos pueden adaptarse a montajes especiales que contengan estos elementos.

Por ejemplo, los huevos son muy frágiles y necesitan una protección extra contra rotura.

Los huevos pueden sufrir daños debido a los gases liberados por armarios de madera (enfermedad de Byrne) (Tennant y Baird, 1984, citado por Hendry, 1999). Éstos, si se han desprendido del diorama y se deben almacenar de manera eventual, se pueden almacenar en bandejas de cartón de calidad

conservación, en cajas de cartón con una ventana de Mylar® o en cajas de poliestireno<sup>545</sup>, acomodados en camas de algodón 100% puro.

Es útil indicar en los armarios la fragilidad del tipo de material que albergan (Hendry, 1999, p. 15)

Las partes desprendidas se pueden guardar con el espécimen, introduciéndolas en una bolsa de polietileno. Este sistema es válido también para separar la documentación del espécimen si pudiera sufrir riesgos como problemas de acidez (Hendry, 1999, p. 15).

Las cúpulas de vidrio y las vitrinas de cristal estilo Ward se pueden almacenar en estanterías abiertas con cubiertas para polvo con una etiqueta que indique: "Cristal frágil" (Hendry, 1999, p. 15).

Vitrinas con frente de vidrio se deben recubrir como el caso anterior o volver esta cara contra la pared si se almacena en zonas con luz. En grandes colecciones se puede fotografiar la pieza y adjuntarlo a la cubierta o al reverso de las vitrinas para facilitar la identificación (Hendry, 1999, p. 15).

Frost (1981, 1987) señalaba que las etiquetas comerciales son parte de la historia de la taxidermia y deben tratarse con el mismo cuidado que el resto de la documentación (Hendry, 1999, p. 15).

Si las etiquetas comerciales están expuestas, estas deben protegerse de la luz con tarjetas libre de ácido colocadas a modo de solapa. Si están dañadas las etiquetas deben retirarse, desacidificarlas, y almacenarlas por separado en sobres de Mylar® con una referencia cruzada (Hendry, 1999, p. 15).

---

<sup>545</sup> Ya se ha hecho referencia a los inconvenientes que puede presentar este material en situaciones adversas.

## 15.5 EXPOSICIÓN

Estas colecciones constituyen un desafío cuando se trata de conciliar un ambiente seguro con la estética de la pieza, ya que tiene que existir un equilibrio entre el nivel de acceso del público y el riesgo de daño a los especímenes (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Como ya se ha puesto de manifiesto en el capítulo dedicado a deterioros, la afluencia de visitantes puede provocar problemas en la conservación de las colecciones con el aumento de CO<sub>2</sub>, temperatura y vibraciones.

Esto se puede compensar en cierta medida con el aire acondicionado, pero la forma más eficaz de lograrlo es aislar los especímenes en vitrinas selladas. Una vitrina bien diseñada puede crear un microclima adecuado al emplear materiales que protejan contra las condiciones ambientales extremas y las fluctuaciones externas. (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Una medida para reducir el impacto ambiental de los visitantes es proveer al Museo de un guardarropa para que los visitantes depositen el exceso de ropa y equipaje; de esta manera, los visitantes tienen menos calor y se reduce la necesidad del aire acondicionado. Además, se reduce el riesgo de ocasionar algún daño a las piezas al eliminar complementos, como por ejemplo los paraguas en caso de días lluviosos (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Puede ser necesario regular el número de visitantes en zonas donde se expongan ejemplares especialmente vulnerables (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Si se efectúan dichas restricciones, éstas deben ser explicadas, por ejemplo por medio de un folleto (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Las áreas de comida y bebida deben estar situadas lejos de las colecciones, para evitar la posibilidad de infestaciones (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Se debe evitar exponer las piezas cerca de ventanas y puertas y del aire acondicionado o rejillas de calefacción, donde los niveles de temperatura, luz y HR pueden resultar inadecuados. (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

### Vitrinas

Las vitrinas de exposición deben proporcionar una visualización atractiva y una protección máxima a los especímenes (Carter y Walker, 1999, p. 149). Se puede tomar ejemplo de otro tipo de colecciones como las etnográficas por ejemplo y adaptarlas a este tipo de piezas.

En el diseño y fabricación de vitrinas se deben testar los materiales empleados para asegurarse de que no van a dañar a los especímenes.

Como en el caso de los materiales empleados en el almacenaje de las piezas, las vitrinas y materiales de montaje deben estar construidas con materiales inertes que no liberen gases nocivos (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Las vitrinas se pueden modificar para adecuarlas a la exposición mediante el sellado de las superficies por ejemplo de madera, con poliuretano de calidad en base acuosa, que debe airearse durante un mes antes de usarla (Texas historical comisión, 2013 o s/f). También se pueden usar emulsiones acrílicas, uretano acrílico o vinilo acrílico (Alonso y García, I., 2010). Aun así se debe usar un material de barrera entre el artefacto y la superficie de madera como Mylar®, Melinex® o papel libre de ácido, tamponado (no con especímenes biológicos) tejido o una tabla barrera. Si las superficies necesitan relleno se puede emplear guata de poliéster, espuma de polietileno o muselina de algodón sin blanquear ni teñir (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

No se deben emplear adhesivos para montar (Texas historical comisión, 2013 o s/f), en todo caso d calidad archivo, al igual que otros elementos como grapas o cintas (Bishop Museum, 1996). Las abrazaderas originales, cuerdas, correas etc. pertenecientes a una pieza no deben ser utilizadas para sujetarla. La técnica de exposición debe evitar el estrés sobre la pieza en la medida en que sea posible (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

En vitrinas de madera selladas se corre el riesgo de la acumulación de contaminantes procedentes de algunos materiales, como la emanación de vapores ácidos orgánicos del material (Von Endt et al., 1995; Grzywacz, 1995, citado por Carter y Walker, 1999, p. 149) o de la madera constitutiva de los ejemplares (Carter y Walker, 1999, p. 149).

El control de las condiciones medioambientales en el interior de las vitrinas (microclimas) se puede conseguir por medios pasivos o activos. De esta manera, se han desarrollado o se conocen dos tipos de vitrina: Las vitrinas pasivas (bien selladas), que pueden utilizar medios accesorios de control climático y las activas, en las que los métodos de control forman parte integrante de la vitrina (Maekawa, 2012). En estas últimas el aire suministrado pasa por un circuito filtrado, y puede poseer también un control térmico que regule la humedad del aire a través del cálculo del punto de rocío, manteniendo una temperatura y HR constante (Maekawa, 2012).

Dentro de los medios pasivos, ideales para museos con escaso presupuesto, como el MNCN, se pueden emplear productos para controlar la HR como Prosorb®, Pelsorb®, Artsorb®, RHapid Gel® o Sílica Gel® (todos a base de gel de sílice), con grados distintos de absorción de HR. (El gel de sílice además se puede condicionar para que alcance la vitrina la HR deseada). Si los medios económicos son reducidos, es preferible emplear gel de sílice, porque el producto denominado Artsorb® es costoso. También se puede controlar la cantidad de oxígeno dentro de una vitrina (ya se ha indicado que el oxígeno incrementa el envejecimiento de los materiales y es indispensable para la pervivencia de plagas). Existe un material para absorber oxígeno llamado Ageless RP®, a base de sales de hierro (Collins, 2014). Se debe tener cuidado durante su uso, porque desarrolla reacciones exotérmicas cuando contacta con el oxígeno. Para aumentar la HR si se hace necesario porque el ambiente está muy seco nada más fácil que introducir un recipiente con agua, junto con un fungicida como etanol con cloruro de benzalconio.

Para el control de contaminantes, como se ha indicado, existen productos absorbentes a base de carbón activo o también otros absorbentes químicos como el Purafil®<sup>546</sup>, que absorben NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e hidrocarburos (Maekawa, 2012).

Además existen tejidos o cartones impregnados o constituidos por adsorbentes de gases como el carbón activado que eliminan los vapores contaminantes. Se trata de sólidos que atrapan compuestos presentes en el aire. Filtran de igual manera partículas y gases contaminantes (por ejemplo el tejido Zorflex® a base de carbón activo).

Todos estos sistemas se deben controlar y monitorizar constantemente porque, al igual que pueden ser beneficiosos, pueden provocar grandes desastres si las condiciones ambientales varían extremadamente o en el caso de la introducción de humedad, si se generan microorganismos.

Estos métodos de control también se pueden emplear para armarios, envases u otros espacios cerrados de almacenaje.

Estos problemas de variación solo pueden evaluarse con un estrecho seguimiento a veces imposible de realizar en toda la colección e exhibición. A veces el seguimiento de unas pocas vitrinas puede dar una idea de cuáles son los problemas que se han presentado (Carter y Walker, 1999, p. 149).

#### Iluminación en vitrinas y diseño expositivo

Se debe proveer de una iluminación adecuada a las vitrinas de exposición, minimizando además el riesgo de decoloración y daño estructural causado por la acumulación de niveles de luz y radiación UV. Muchas vitrinas emplean iluminación eléctrica interna que suele permanecer en funcionamiento durante horas. En esos casos, el calor de las luces puede suponer un riesgo para los especímenes. Mathias (1994), recomienda los niveles de luz alrededor de especímenes en 50 lux con la eliminación completa de UV (Carter y Walker, 1999, p. 149). El calor no sólo daña en sí mismo sino que también aumenta los efectos nocivos de la luz (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Para minimizar este problema se puede colocar a las luces un interruptor de tiempo que solo se active cuando las vitrinas estén siendo vistas por el visitante (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Los puntos de proyección de fibra óptica que se utilizan ampliamente en vitrinas, ya que son una fuente lumínica libre de calor y radiación UV, pueden causar problemas de deslumbramiento empleados en objetos pequeños muy reflexivos, como insectos metálicos (Carter y Walker, 1999, p. 149). Este efecto también se produce en aves con colores iridiscentes si la fuente lumínica está muy cerca del objeto.

La luz de día o los sistemas de iluminación principal de la sala pueden proporcionar una iluminación adecuada sin el uso de una iluminación interna de la vitrina, pero éstas deben ser filtradas (Staniforth, 1992). (Carter y Walker, 1999, p. 149).

La iluminación colocada inconvenientemente provocará que los especímenes sean menos visibles inclusive a niveles de iluminación más altos, debido a que se pueden producir deslumbramientos y reflejos. El uso de cristal no reflectante, fuentes de luz apantalladas y colocadas adecuadamente

---

<sup>546</sup> A base de alúmina activada y otros compuestos.



frente a las vitrinas reducirá estos problemas. Las presentaciones al aire presentan un desafío mayor (para el comisario y el conservador) (Carter y Walker, 1999, p. 149). En este tipo de exposiciones los especímenes vulnerables deben estar fuera del alcance de los visitantes. En algunos casos los especímenes son sustituidos por réplicas en las zonas más accesibles (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Si se permite la manipulación de algunos especímenes, éstos deben ser confinados en un área especial donde sea más fácil controlar a los visitantes. Además, se recomienda el uso de material prescindible (material de museo de baja calidad sin datos o elementos que se puedan remplazar con facilidad como plumas, conchas, semillas, etc.), ya que en estas condiciones expositivas las piezas tienen una esperanza de vida corta (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Los especímenes que no son fácilmente reemplazables se recomienda tratarlos con diversos métodos (estos métodos son irreversibles), para poder manejarlos sin dañarlos por medio de la impregnación con resinas y otros métodos como la impregnación con polímero de silicona que se han considerado justificados en material didáctico (Coghlan, 1997, citado por (Carter y Walker, 1999, p. 149).

Los soportes de apoyo pueden fabricarse a partir de láminas de plástico acrílico como polimetilmetacrilato (Plexiglass®) y darles forma con calor para ajustarlos a la forma de la superficie de la pieza a exponer. Los distintos elementos del soporte se pueden unir con alambres acolchados o clips de plástico planos. Se debe evitar el empleo de metal que esté en contacto directo con hueso, marfil o dientes. Las grasas existentes en dichos elementos, pueden reaccionar con los metales provocando productos de corrosión que manchen los artículos permanentemente. También se recomienda evitar los montajes con adhesivos (Minnesota historical society, s.f.).

Muchos museos tras llevar a cabo operaciones de restauración, adaptan también sus vitrinas a las nuevas condiciones expositivas más respetuosas con los especímenes. Como ejemplo se puede citar el Museo L. C. Bates de Hinckley, en Maine (EEUU), donde en la restauración de los especímenes naturalizados de los dioramas del Museo, se construyeron unos techos para la vitrina con madera contrachapada, aislando la madera con Marveseal 470 y además el resto de las paredes del interior. Para reducir la entrada de polvo se instaló una lámina de Tyvek entre el DMO y la parte superior del armario de madera original. Para sellar los huecos que quedaban entre los vidrios y la madera de la vitrina, se colocaron unas juntas de silicona que incorporan un adhesivo acrílico (Strip-N-Stick 200®). (Harvey y Roth-Wells, 2008)

Además, se modificó la iluminación. Algunas vitrinas se iluminaron con un sistema de fibra óptica acrílica (NOUVIR), instalado en la parte exterior del diorama para no tener que acceder a la vitrina que cumple con las recomendaciones en los niveles de luz de 50 luxes, sin perjudicar las cualidades expositivas. Además se instaló un sensor de movimiento en la entrada de la habitación para que las vitrinas se encendieran únicamente cuando entraran los visitantes (Harvey y Roth-Wells, 2008).

Con una nueva ayuda económica otras vitrinas fueron iluminadas con posterioridad, con fibra óptica de vidrio (más longevas) fabricada por LSI, que se dirigían a las distintas zonas de la vitrina a través de varillas de latón (Harvey y Roth-Wells, 2008).

En una tercera fase del proyecto se introdujo la iluminación LED en otras vitrinas, con distintas temperaturas de color. La ventaja que presenta el sistema LED es la longevidad del mismo, la

disminución en el consumo y la temperatura de luz constante y la falta de radiación IR y UV (Harvey y Roth-Wells, 2008).

En el Museo de Nueva York, durante el proyecto de renovación de los dioramas, se redujo el nivel de calor y luz, sustituyendo las antiguas lámparas fluorescentes e incandescentes con lámparas de energía eficiente (Nunan et. al, 2012).

Se investigaron accesorios de reconversión de los sistemas de iluminación y se utilizó una combinación de fluorescentes de bajo consumo para iluminación indirecta y focos LEDS y luminarias puntuales de halogenuros metálicos como luces de acento. Todos los nuevos accesorios se filtraron de emisión de radiación UV (Nunan et. al, 2012).

Aunque se redujeron los niveles de temperatura y potencia considerablemente (entre 650 luxes y 500 luxes (tengo que ver bien los luxes que no se si estos eran los antiguos o los de ahora) (AMNH, junio 2014), el diseño de la iluminación naturalista en los dioramas excluía la reducción de los niveles de luz a los que generalmente se consideran aceptables para las colecciones de museos (50 luxes) (Nunan et. al, 2012).

## 15.6 INFORMACIÓN ASOCIADA, SEÑALIZACIÓN, REGISTRO, ETIQUETA, ETC.

Como se ha indicado en distintas ocasiones, tan importante es el cuidado de los ejemplares como de su documentación aneja, tanto de la que porta el espécimen (etiqueta), como de los datos asociados (notas de campo, diarios, mapas, dibujos, fotografías, informes etc.). Esta debe estar relacionada de alguna manera con el espécimen. Los datos asociados a menudo son tan importantes (incluso más dice el NPS) como los propios especímenes (NPS, 11/7, 2006).

Se debe preguntar al colector qué materiales ha utilizado para realizar las etiquetas de los especímenes, para tener una pista sobre los problemas de conservación que éstas podrían tener.

Las etiquetas poseen una gran información original sobre el espécimen y en muchos casos suele ser su documentación principal. La información registrada en ellas puede incluir (NPS Ap. Q, 1999):

- Nombre científico de la especie.
- Nombre común de la especie.
- El nombre del colector.
- Ubicación de la recolección.
- Hábitat.
- Fecha de recolección.
- Campo de número de catálogo

- Institución recolectora.
- Número de catálogo.
- Número de acceso.
- Fijativo original.
- Preservativo.

La conservación de la colección incluye que el museo mantenga registros precisos y completos de cada pieza. Se debe tener una política de colecciones por escrito en la que se describa el procedimiento de introducción de nuevos artefactos a la colección, expurgos, catalogación y cuidados en general. Los registros adecuados deben incluir la siguiente información (Texas historical commission, s.f.):

- Cuándo, cómo, y quién suministró el objeto (estableciendo la propiedad legal).
- Cuándo ingresó la pieza, a que colección y con qué número de acceso.
- Una entrada de catálogo completa incluyendo una descripción exhaustiva del objeto, así como una fotografía.
- Detalles de cualquier daño en el objeto.
- Resultados periódicos de informes de estado (ayuda a determinar las tasas de deterioro).
- Detalles de los tratamientos de conservación en el objeto.
- La ubicación exacta del artefacto.

Se debe incluir toda la información pertinente como la información de préstamo, exhibición, los historiales de tratamiento y las publicaciones en las que el espécimen ha sido citado. Si se recoge esta información, el valor de los especímenes se incrementa (NPS, Ap. U, 2005).

Los números identificativos deben estar bien seguros en cada objeto, y se deben hacer inventarios periódicos para asegurarse de que todos los objetos aún se encuentran custodiados en el museo; en caso de desaparición de algún objeto se debe notificar a las autoridades proporcionando una descripción completa que incluye fotografías (Texas historical commission, s.f.).

Los soportes informáticos permiten almacenar grandes bases de datos en un espacio reducido, incluyendo además la ventaja de una obtención rápida de copias de seguridad, la posibilidad de imprimir listados y etiquetas además que reflejen los datos de forma ordenada, etc., y la modificación y actualización de datos de forma fácil, rápida y segura, etc. (Barreiro et al., 1994).

Aunque actualmente se registra la información de manera digital, conservar copias en papel es una buena práctica. Se deben imprimir los registros en papel libre de ácido y almacenarlos en carpetas también con estas características. Deben mantenerse en un armario bajo llave a prueba de incendio una copia digital y otra en papel, tanto en un armario dentro de las instalaciones como en otro fuera de ellas (Texas historical commission, s.f.).

Esta documentación profusa facilita la toma de decisiones prudentes en materia de preservación de colecciones. (Texas historical commission, s.f.).

Respecto a las cartelas expositivas, no existe un criterio establecido, pero muchos museos de historia natural comienzan a reivindicar la aparición del autor de la naturalización y otros datos. Estas cuestiones se verán más adelante, en el apartado referente al MNCN y en el capítulo dedicado a legislación.

En muchas ocasiones se deben adjuntar nuevos datos a las etiquetas identificativas, como números nuevos de inventario u otros. Por ello, suelen ser reemplazadas por otras más actualizadas. Al reemplazar etiquetas antiguas no estandarizadas, se deben conservar las etiquetas anteriores (NPS Ap. Q, 1999).

Para colocar las etiquetas accesorias (documentativas) en los especímenes, éstas pueden ser atadas con un hilo de algodón de un grosor adecuado a cualquier parte del espécimen (generalmente suele ser en las patas). Éste debe ser lo suficientemente largo para permitir que la etiqueta pueda ser leída por ambos lados sin provocar tensiones en el espécimen, y suficientemente corto para no enredarse con el espécimen u otras piezas adyacentes. (NPS Ap. T, 2005).

Las etiquetas pueden dañarse con el contacto con el espécimen y también provocar daños mecánicos y/o químicos al mismo (NPS Ap. T, 2005).

En ocasiones, se escribe directamente sobre los especímenes, especialmente sobre hueso o en otras áreas suficientemente lisas (esto es más común en colecciones osteológicas o malacológicas). Se debe emplear una resina acrílica estable (como Acryloid® B-72<sup>547</sup>) para sellar (aislar) la superficie por debajo del número y de ésta manera evitar la penetración de la tinta y la dispersión a través de grietas del material original. Este tipo de inscripciones pueden causar alteraciones permanentes o que al intentar por ejemplo cambiar algún dato se dañe o raspe la superficie (NPS Ap. T, 2005).

¿De qué materiales están hechas las etiquetas?

Las etiquetas pueden presentar composiciones diversas, gran número de ellas poco estables.

Las de papel pueden ser de una sola capa, o tratarse de un laminado de dos o más estratos (NPS Ap. Q, 1999). Pueden variar de calidad y ser aptas o no para la conservación de colecciones biológicas (NPS Ap. T, 2005).

Las etiquetas, por ejemplo, reducidas o fotocopiadas pueden estar tamponadas con reserva alcalina, estar hechas con papel libre de ácido o cualquier tipo de papel de fotocopia común. Lo mismo ocurre con el papel de impresora (NPS Ap. Q, 1999).

El papel debe reunir los siguientes requisitos (Barreiro et. al., 1994):

- Estar tamponado, teniendo de esta manera un pH. entre 7 y 8<sup>548</sup>.
- Tener un contenido en lignina de menos de un 0,3% (NPS Ap. T, 2005).

---

<sup>547</sup> Copolímero de metacrilato de etilo y acrilato de metilo, ahora conocido como Paraloid B-72 al descatalogarse el Acryloid B-72 (comercializado con este nombre en EEUU).

<sup>548</sup> Aquellos con un pH de 8,5 o superior no son aceptables a no ser que se destinen para el exterior de las cajas u otras maneras sin estar en contacto con los especímenes (NPS Ap. T, 2005).

- Ambivalente para su empleo, es decir que se pueda emplear tanto para la escritura en seco como para fluido.
- Poseer una composición 100 % algodón, de fibras largas standard, aunque los papeles triturados de alfa celulosa con reserva alcalina son también aceptables (NPS Ap. T, 2005).
- Ser de un gramaje elevado para evitar el deterioro debido a la manipulación.
- Poseer un tratamiento fungicida.
- Que sea antiestático y no se ensucie.
- Deben ser blancos ((NPS Ap. T, 2005).
- Debe poseer una durabilidad contrastada.
- Poseer antibióticos que actúen sobre microorganismos que atacan a la fibra de papel.

En el NPS desde 1982 se ha especificado que el papel a emplear debe ser 100% blanco de trapo o de alfa celulosa o papeles con reserva alcalina (NPS Ap. Q, 1999). Pero antes, las etiquetas que se recomendaban eran de papel de lino blanco atadas con lino (Burns, 1941, y posteriormente se hacía referencia al uso de papeles de alta calidad resistentes a líquidos (Lewis, 1976) citado por NPS Ap. Q, 1999).

Se puede testar el pH de los papeles. Un método consiste en recortar una esquinita e introducirla en agua desionizada. Posteriormente, al cabo de una media hora se introduce una tira tornasol. A nivel comercial se venden unos rotuladores elaborados precisamente para este propósito. Estos rotuladores no son muy precisos, tan solo indican si un papel es ácido, no su pH exacto. Por esta razón debe tenerse cuidado si el papel que queremos utilizar va a estar en contacto con el espécimen, ya que puede tener reserva alcalina<sup>549</sup>. Estos métodos son adecuados para testar los papeles nuevos, no para papeles de etiquetas originales, ya que son métodos destructivos o mancharán el papel.

### Otros materiales

Aunque no se debe emplear metal para el etiquetado, muchos especímenes portan placas metálicas identificativas en orejas, o bandas metálicas en las patas (NPS Ap. T, 2005), como por ejemplo murciélagos y aves (NPS Ap. Q, 1999). La mayoría de los metales se oxidan o pueden corroer los especímenes. Los productos de corrosión pueden manchar los especímenes y en algunos casos adherirse a ellos (NPS Ap. Q, 1999). Así mismo, los bordes afilados y las esquinas de metal pueden causar daños en la pieza (NPS Ap. T, 2005), rasgándola o arañando los huesos (NPS Ap. Q, 1999).

Si una banda de pata o chapa de oreja unida al espécimen se está corroyendo activamente, posiblemente habrá que retirarla del espécimen (NPS Ap. T, 2005). Estas se deben conservar siempre con él (NPS Ap. T, 2005), guardadas en una bolsa pequeña de polietileno (NPS Ap. Q, 1999).

No deben utilizarse etiquetas de plástico, ya que la mayoría de éstas, usadas en el pasado han resultado inestables. Como excepción está el Tyvek® (NPS Ap. T, 2005).

---

<sup>549</sup> En materiales que mantienen el equilibrio en un pH ácido las reservas alcalinas pueden dañarlos.

En algunos casos como en la maceración<sup>550</sup>, que no puede emplearse papeles que estén realizados con fibra vegetal ya que se descompondrían, se han empleado papeles de naturaleza sintética donde se graba la información por procesos mecánicos. Un ejemplo son las tiras Dymo (Barreiro et al. 1994). Actualmente estas etiquetas no se recomiendan, ya que contienen muchos aditivos que resultan ácidos como cloritos. Además puede cortar los ejemplares (Simmons y Saba, 2005).

### Tintas

En muchas ocasiones la tinta utilizada en las etiquetas o sobre los especímenes es ácida, y se desvanece además cuando se expone a la luz o al oxidarse con el oxígeno contenido en el aire. Los bolígrafos de "punta redonda" o lápices como el de color rojo, se desvanecen y no son aptos para escribir las etiquetas (NPS Ap. Q, 1999).

Para escribir sobre los papeles celulósicos se emplean tintas permanentes como la denominada comercialmente "tinta china", que es resistente al agua, al alcohol, al formol, etc. (Barreiro et al, 1994). Pero las tintas líquidas varían en cuanto a su calidad. Las tintas de dibujante usadas con plumas técnicas suelen tener un pH neutro, están constituidas a base de carbón y se adhieren a casi todas las superficies (NPS Ap. T, 2005). También hay tintas negras a base de pigmento en algunos rotuladores comerciales que son aptas para el uso en etiquetas (NPS Ap. Q, 1999).

Dichas tintas deben cumplir las siguientes características (Barreiro et al. 1994):

- Base de carbón en su composición<sup>551</sup>.
- Debe ser neutra o ligeramente alcalina (ph 7-8'5).
- No corrosiva.
- No muy fluida.
- Opaca al trazo y homogénea.
- Tener una concentración de materia sólida superior a los 0,18 gr/ml.
- Debe secar totalmente a los 90 o 100 segundos.
- Debe ser negra (NPS Ap. T, 2005) El color debe ser igual al 16 de la escala Kodak de grises.
- Debe ser resistente a la luz (NPS Ap. T, 2005), sin sufrir decoloración.
- Debe ser resistente a los fluidos.
- Deben resistir la abrasión ((NPS Ap. T, 2005).
- Debe ser indeleble (NPS Ap. T, 2005)

---

<sup>550</sup> Tratamiento empleado para descomponer los tejidos blandos en tratamientos de preparación de material osteológico.

<sup>551</sup> Sólo los pigmentos negros a base de carbono son aceptables para el etiquetado de especímenes biológicos (NPS Ap. T, 2005).



Actualmente, se recomiendan las siguientes marcas: "Rotring 17 Black", "Hunt Speedball Super Black India", "Pelikan Drawing Ink FT black", "Higgins T-100" (Barreiro et al., 1994).

En otros casos las etiquetas son impresas por medios fotomecánicos. Estas deben ser igualmente a base de carbón, ya que no se desvanecen (NPS Ap. T, 2005). La mayoría de tintas de impresión negras comerciales suelen ser a base de carbón al igual que las tintas de impresoras láser y el tóner de las fotocopadoras. El tóner se aplica con calor que ayuda a fusionar las partículas del tóner al papel. Algunas impresoras de inyección de tinta emplean tintas basadas en pigmentos (NPS Ap. T, 2005) que son más estables que las tintas tradicionales de impresión.

Las tintas se pueden testar de varias maneras, como por ejemplo comprobando el tiempo que tarda en secar para que no manche, su resistencia a la abrasión cuando está seca o que resista al agua, al alcohol u otros fluidos utilizados en la preservación de especímenes (NPS Ap. T, 2005).

## 15.7 TRANSPORTE

La mayoría de colecciones museísticas de historia natural, en su desarrollo cotidiano, han de enviar o recibir especímenes a través de préstamos o donaciones (Bentley, 2007).

En el transporte de especímenes naturalizados se deben contemplar dos aspectos básicos: por un lado, las condiciones de embalaje y manipulación y, por otro los aspectos derivados de su status biológico (legislación referente al transporte de especies protegidas) y tóxico (legislación del transporte de mercancías peligrosas).

Respecto al segundo punto, la reglamentación sobre mercancías peligrosas (a nivel internacional) no está diseñada para tratar específicamente el envío de especímenes de historia natural (Bentley, 2007). Actualmente, muchos grupos están trabajando con diferentes organizaciones para establecer reglamentos unificados respecto a la regulación en los envíos de especímenes de estas características. (Bentley, 2007). En España no hay ninguna publicación actualizada sobre el envío de especímenes de Historia Natural peligrosos (tóxicos), pero las publicaciones americanas pueden aportar una guía, adaptándola a la normativa vigente en España.

Las mercancías peligrosas se clasifican según una clase de riesgo y un grupo de embalaje. Dentro de cada clase de riesgo los materiales se clasifican en tres grupos de embalaje (Bentley, 2007).

La pertenencia a una de las categorías no sólo depende del tipo de sustancia sino también de la concentración, en especial en líquidos (Bentley, 2007).

El envío de sustancias infecciosas o especímenes de historia natural que no contienen mercancías peligrosas como las pieles entre otros, están cubiertos por un grupo diferente de reglamentos e inclusive pueden requerir permisos auxiliares para el transporte nacional o internacional de especímenes biológicos (US Fish, Wildlife, APHIS, CITES, etc.) (Bentley, 2007).

El transporte se puede realizar por vía aérea, terrestre o marítima, grandes desplazamientos (internacionales) o pequeños desplazamientos (nacionales y locales), a través de una empresa comercial, la propia institución o por correo (Bentley, 2007).

La legislación internacional difiere de unos países a otros (Bentley, 2007).

Los envíos internacionales deben cumplir, tanto con las instrucciones técnicas de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO), como las regulaciones nacionales del país. Así mismo, se requiere personal cualificado para cumplir con los requerimientos de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) del reglamento para mercancías peligrosas.<sup>552</sup> Muchos países han añadido variaciones para muchos requisitos (Bentley, 2007).

Existen países que no aceptan el envío de mercancías peligrosas, debido principalmente a que estos países no adoptan la reglamentación IATA sobre mercancías peligrosas (Bentley, 2007).

A nivel internacional no está permitido llevar mercancías peligrosas en el equipaje de mano ni en el equipaje facturado, ni encima de uno (IATA Sección 2.7.3) (Bentley, 2007).

Los especímenes enviados por aire o por servicio postal pueden ser sometidos a exámenes (RX por ejemplo), o tratamientos que dañen el espécimen físicamente o inutilizándolos para ciertos tipos de investigación (NPS, Ap. T, 2005).

Por ejemplo, en EEUU los préstamos no se envían durante la temporada de fiesta de fin de año por los retrasos y riesgo de pérdidas que se producen debidos al aumento del volumen de los envíos (NPS, Ap. T, 2005).

Los envíos deben cumplir toda la regulación aplicable relacionada con los siguientes aspectos (NPS, Ap. T, 2005):

- la documentación de embarque de cargamento de especies en peligro de extinción.
- transporte de materiales peligrosos.

#### Servicio postal:

En EEUU no se pueden enviar materiales peligrosos por servicio postal (NPS, Ap. T, 2005). Aunque se pueden dar algunas excepciones. Por ejemplo, los especímenes conservados en formaldehído al 3,7% pueden ser enviados en correo regular tanto a nivel nacional como a nivel internacional, sin ningún requisito de mercancías peligrosas (Bentley, 2007). En España aunque no se especifica claramente el envío de colecciones de historia natural contaminadas en las normativas del servicio postal estatal "Correos", sí se indica que no se permite el envío de pesticidas, aunque sí aquellas materias "biológicas perecederas" que se intercambian entre laboratorios oficialmente reconocidos (Correos, 2013). De esta manera, se podría deducir que sí podría ser posible enviar especímenes biológicos libres de pesticidas.

#### Empresa comercial:

---

<sup>552</sup> Los envíos internacionales de mercancías peligrosas se desarrollan en la sección 2.73 de las normas IATA. Existen restricciones en las cantidades permitidas para el envío especificadas en la sección 2.7.1 como "Mercancías peligrosas en cantidades exceptuadas" (Bentley, 2007).

Algunos transportistas comerciales no aceptan animales, ni vivos, ni muertos. Se debe consultar esta cuestión previamente (NPS, Ap. T, 2005).

FedEx ha incorporado regulaciones contra el transporte de animales muertos, por lo que está prohibido el envío, aunque se está intentando desarrollar una exención (Bentley, 2007).

DHL Express por ejemplo, en España se adhiere a la normativa IATA (para transporte aéreo) bajo las disposiciones ICAO, ADR<sup>553</sup> (para transporte terrestre) (DHL, 2015).

En España, se puede destacar como empresa transportista a "SIT", especializada en el transporte de obras de arte. Presentan la característica de que están preparados para el transporte terrestre (con habitáculo isotérmico, semi-blindado, climatización en zona de carga y calefacción extra para frío extremo o alarma entre otras), aéreo (agente de la IATA desde 1961) y marítimo. Además es una de las empresas líderes en el embalaje y museización de obras de arte, trabajando con la mayoría de los Museos Estatales españoles (SIT, 2015).

Al ser las colecciones de historia natural de carácter orgánico y muy diferente en composición entre unos especímenes y otros, poseen gran complejidad para el diseño y condiciones de transporte (Maiz, com. personal, 2015).

Durante las visitas técnicas además se informan si tienen algún tipo de ataque biológico antes de viajar, ya que aunque no es habitual, para optimizar los envíos, en ocasiones pueden compartir embalajes pudiendo contagiarse otras piezas (Maiz, com. personal, 2015).

Respecto a los materiales de embalaje que emplean siempre siguen las indicaciones de conservadores y restauradores. Además hacen una "visita técnica" para tomar medidas para la fabricación de los embalajes y ver el estado de conservación, además toman fotografías. De esta manera determinan como fijar las partes más estables del objeto al soporte rígido estructural y diseñando el embalaje a cada necesidad. (Maiz, com. personal, 2015).

Los materiales de la caja suelen ser madera tratada para la parte exterior, espumas termoaislantes y vibroaislantes para la zona interior. Las espumas termoaislantes se aíslan con un material barrera y las vibroaislantes en ocasiones con un material envolvente de superficie suave y lisa (Maiz, com. personal, 2015).

La composición orgánica y la presencia de sustancias tóxicas como formol u otros productos conservadores hacen que la elección de los materiales de contacto (llamados por SIT de primera capa o envoltentes), sean elegidos cuidadosamente de manera individualizada, teniendo en cuenta el tipo de material compositivo, el estado de conservación y en especial la estabilidad estructural y física (Maiz, com. personal, 2015).

---

<sup>553</sup> International Carriage of Dangerous Goods by Road

Preparación:

Se debe preparar (capacitar) al personal que prepara los envíos en cuestiones como empaquetado, etiquetado y/o preparación de la documentación de envío, o en cuestiones de seguridad (NPS, Ap. T, 2005).

La formación se puede adquirir en varias empresas comerciales (Bentley, 2007).

Embalaje para transporte

La etiqueta de envío debe incluir la clase de mercancía enviada (Bentley, 2007)

Las normas IATA establecen que cada recipiente de embalaje interior debe ser colocado dentro de un embalaje secundario sellado (Bentley, 2007).

La institución prestataria debe emplear la etiqueta correspondiente, (en el caso del NPS el formulario 10-510 en EEUU) para tomar cualquier anotación. Se recomienda enviar varias etiquetas en blanco junto con el resto de la documentación. Al regreso de la mercancía se deben trasladar las anotaciones de la etiqueta al el registro correspondiente al espécimen (NPS, Ap. T, 2005).

Se deben emplear los mismos contenedores usados en el viaje de ida para el viaje de vuelta durante los préstamos (NPS, Ap. T, 2005).

Para asegurar técnicas de embalaje y envío adecuadas en colecciones de historia natural se debe:

- Emplear un contenedor rígido (preferiblemente hermético) para el envío para evitar golpes/presión y riesgos medioambientales (NPS, Ap. T, 2005).
- Incluir facturas correspondientes, información sobre permisos y otra documentación requerida para evitar la apertura innecesaria del contenedor (NPS, Ap. T, 2005).
- Proveer instrucciones para manejar el contenido del envío (apertura, extracción, etc.) (NPS, Ap. T, 2005). Las instrucciones sobre cómo embalar un espécimen deben estar claramente indicadas en el exterior de la caja en el idioma correspondiente, junto con la descripción del contenido de la caja (Hendry, 1999).
- Proveer de un soporte y amortiguación adecuados en el contenedor para proteger de daños mecánicos a la pieza. Los materiales en contacto con el espécimen deben ser razonablemente estables.
- Cada espécimen debe ser envuelto individualmente como medida de protección y para evitar el en caso de daños la mezcla entre unos y otros (NPS, Ap. T, 2005).
- Asegurarse de que dirección de envío es correcta y legible y que dentro del paquete se encuentra una copia de la dirección del remitente y el destinatario (NPS, Ap. T, 2005), para facilitar la devolución del envío.
- Debe seguirse toda la legislación aplicable sobre el embalaje de mercancía peligrosa en cualquier método de envío (NPS, Ap. T, 2005).

No existe garantía de que la institución receptora ponga el mismo cuidado con el envío de vuelta, pero pueden tomar ejemplo de como se ha enviado en origen (NPS, Ap. T, 2005).

Respecto al tipo de embalaje para transporte, ni que decir tiene que existen diferencias entre el envío de un espécimen de pequeñas proporciones, como aves fácilmente transportables en un malefín, como el de grandes vertebrados como osos, ciervos, con cornamenta difícil de embalar.

El tipo de embalaje varía en función del poder adquisitivo de la institución prestataria y de la receptora.

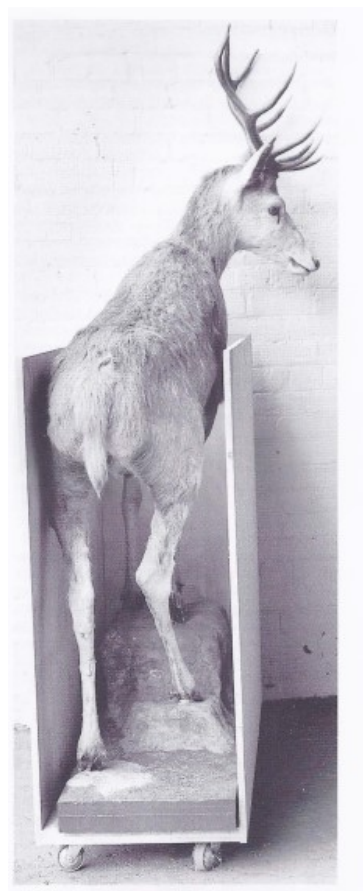
Por ejemplo, Hendry (1999) muestra algunos casos de embalaje de poco presupuesto:

Para los viajes aves y mamíferos pequeños y medianos pueden encerrarse en una caja de madera o de cartón robusta, uniendo la base a la caja con tornillos desde el exterior, o si la documentación, etiqueta comercial o la base original se pueden dañar, se pueden atar con correas grapadas a la parte inferior de la caja.

Si los grandes mamíferos son prestados habitualmente, éstos pueden requerir un contenedor móvil diseñado especialmente para ellos (Hendry, 1999).

Hendry recomienda encolar una tuerca empotrada a la parte inferior de la base, junto con un tornillo embutido de cabeza plana y una arandela para ayudar a las instituciones prestatarias

a determinar el método correcto de embalaje, intuyendo entonces cómo debe fijarse la base al embalaje. Este sistema, dice Hendry puede ayudar a reducir daños en especímenes que suelen ser prestados con frecuencia (Ver figura 24) (Hendry, 1999).



**Figura 254. Contenedor construido para albergar especímenes concretos que se trasladan frecuentemente.**

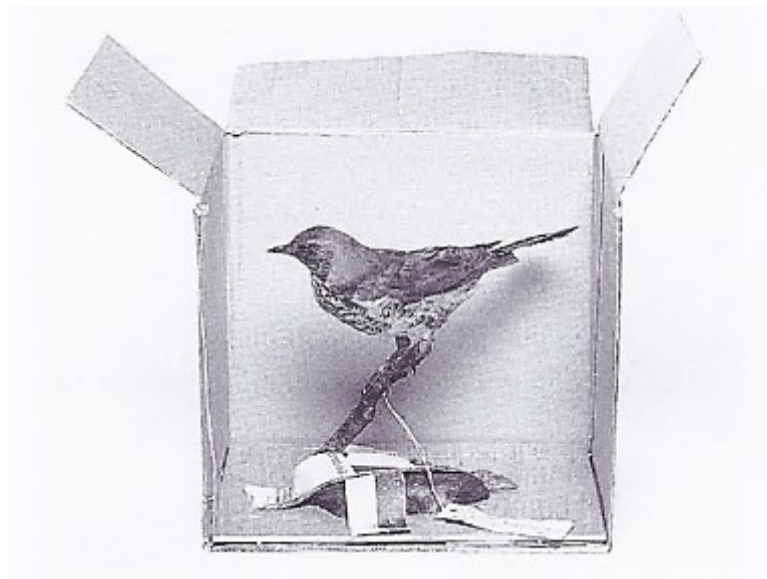


**Figura 255. Tuerca fijada a la parte inferior de una peana.**

El problema es que crea un daño ya en la base original (aunque esta no sea la primigenia), al hacerle una agujero para albergar la tuerca. Además hoy en día existen métodos de embalaje que evitan hacer agujeros para fijar las piezas como se verá en el apartado dedicado al embalaje en el MNCN.



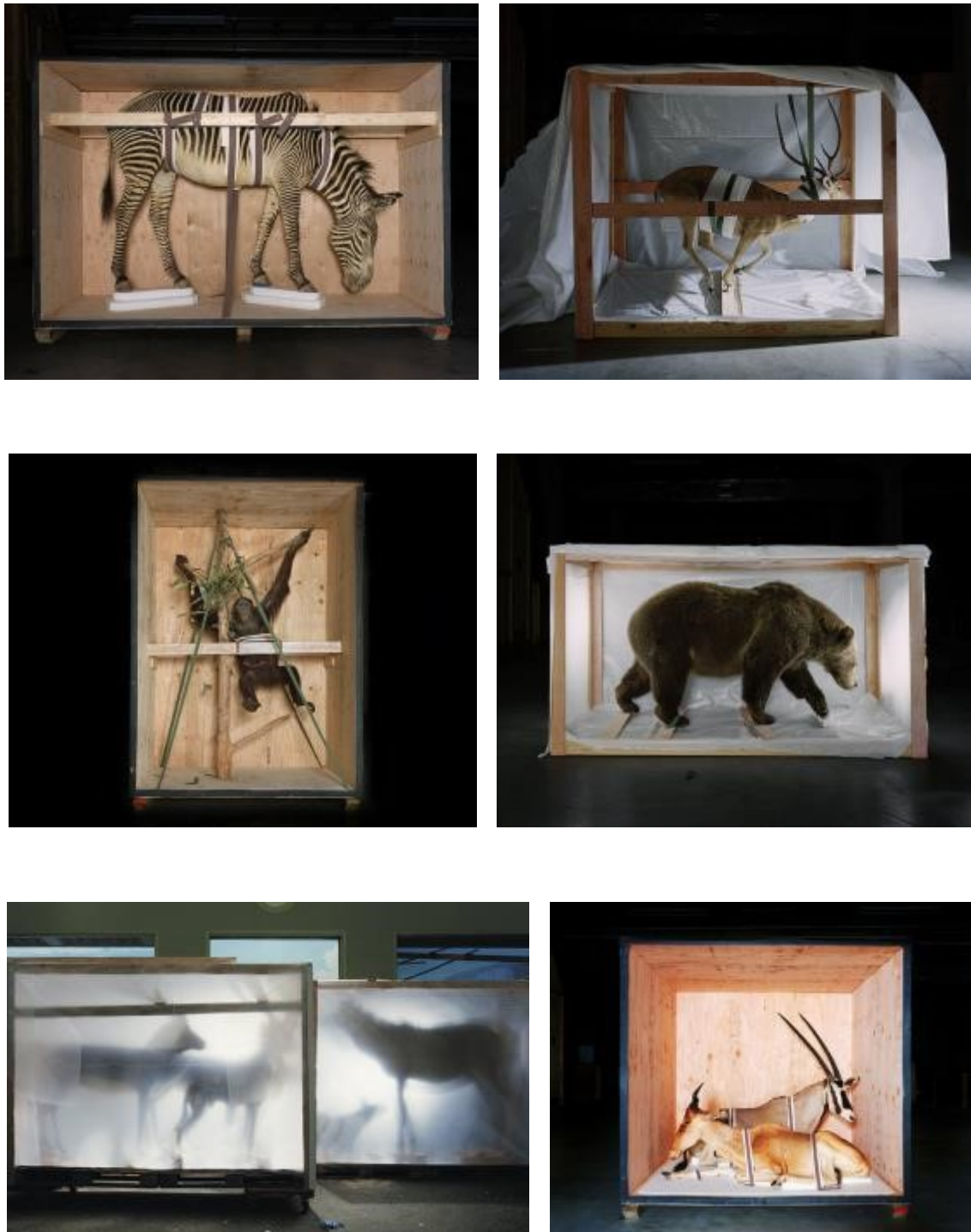
**Figura 256.** Ejemplo de más de un espécimen fijados en la misma caja (este tipo de montaje solo es seguro si los especímenes están firmemente unidos a sus peanas, ya que a la fuerza uno de ellos va a estar en una posición de tensión).



**Figura 257.** Especimen con la peana asegurada a la caja de cartón por medio de correas.



Como ejemplos de embalajes para traslados presumiblemente internos algunos de ellos<sup>554</sup>, con un presupuesto mayor, a continuación se muestran algunas imágenes del Smithsonian National Museum of Natural History, Washington (EEUU) realizadas en 2005 por Richard Barnes:

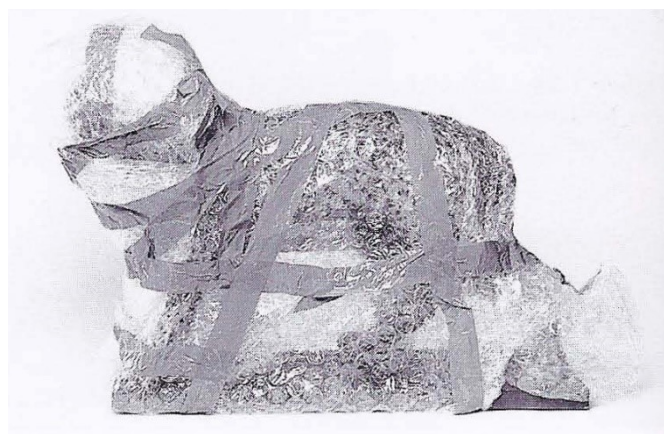
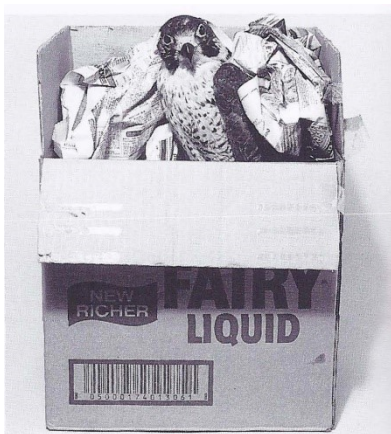


**Figura 258. Ejemplos de embalajes en el Smithsonian National Museum of Natural History.**

<sup>554</sup> Se desconoce si realmente estos traslados son internos ya que no aparecen más datos.

Como norma básica, puede indicarse que la mayoría de aves y mamíferos naturalizados no se suelen envolver durante el transporte, ya que las vibraciones derivadas del camino pueden acrecentar problemas de desprendimiento de pelaje y plumaje debido al roce con el envoltorio. Además, en el caso de las aves puede dañarse el color estructural de manera irreversible.

Se debe evitar poner relleno o embalaje alrededor del animal a no ser que sea estrictamente necesario, ya que se pueden provocar daños mayores, en especial alrededor de las cabezas y las colas. Si fuera necesario un embalaje adicional, Hendry recomienda combinar unas bolitas de papel tisú (Pye, 1992, citado por Hendry, 1999) y espuma de polietileno (Hendry, 1999).



**Figura 259. Embalaje incorrecto con periódico arrugado colocado como relleno de la caja (Hendry, 1999).**

**Figura 260. Embalaje inadecuado. En general no es necesario envolver el espécimen si este está firmemente unido a su base (Hendry, 1999).**

La empresa SIT A nivel general esta empresa suelen emplear los siguientes materiales para el embalaje:

Cellplast<sup>555</sup>, Cellplast elástico<sup>556</sup>, Propore<sup>557</sup>, Papel tisú<sup>558</sup>, Biocide<sup>559</sup>, Bioplast<sup>560</sup>, Plástico barrera<sup>561</sup>, Tyvek<sup>562</sup>, Cellaire<sup>563</sup>, Plastazote<sup>564</sup>, Plastiról<sup>565</sup>, Volara<sup>566</sup>, Shock textil<sup>567</sup> y polietileno “blanco”<sup>568</sup> (Maiz, com. personal, 2015).

<sup>555</sup> Material conocido como “tissue”, de contacto directo, inorgánico, compuesto laminado por Polietileno, polipropileno, perforado, permite transpirabilidad e impermeabilidad. Al tener dos caras diferentes, se pueden usar de acuerdo a la superficie con la que va a estar en contacto directo. Es el material más usado en embalaje de obras de arte y en SIT se usa con un gramaje bajo para poder intuir partes delicadas o exentas. Se emplea para el embalaje directo de obras de arte y superficies delicadas. Está indicado su uso en un 80% de los casos. En almacenajes de medio, largo plazo, puede hacer de amortiguante y relleno de contenedores de objetos extremadamente frágiles.

<sup>556</sup> Mismas propiedades que el anterior, pero solo es polipropileno perforado. Es elástico en una de las direcciones. Puede adaptarse a los contornos de la pieza.

<sup>557</sup> Empleado para el embalaje directo de obras de arte y superficies delicadas. Garantiza estabilidad en almacenaje, por más de 10 años.

<sup>558</sup> Embalaje indirecto, no está diseñado para estar en contacto con la obra.

<sup>559</sup> Tejido de polipropileno con una impregnación de una sustancia bactericida. Tiene una buena aplicación para embalaje directo y almacenaje de archivos: evita el crecimiento de bacterias en medios orgánicos.

<sup>560</sup> Utilizado principalmente en el embalaje de materiales orgánicos y para bolsas de tratamiento contra xilófagos, hongos y bacterias. Además es un material barrera contra sustancias orgánicas y muy grasas.

<sup>561</sup> Múltiples usos como la manipulación, el almacenaje, conservación, exposición, control de la humedad relativa o material barrera. Es especialmente bueno para hacer bolsas de desinsectación.

<sup>562</sup> Embalaje directo de obras de arte y superficies delicadas. Es un material bien conocido y muy estable. transpira y es impermeable.

<sup>563</sup> Espuma de polietileno. Para embalaje indirecto (se puede combinar con cellplast o propore).

No recomiendan el uso de materiales de composición orgánica, o con fibras de poliéster o polímeros sueltos aunque sean no tejidos ya que pueden dañar los objetos causando abrasiones, enganchones y desprendimientos de alguna parte del objeto (Maiz, com. personal, 2015).

---

<sup>564</sup> Espuma de polietileno, embalaje indirecto, relleno, inmovilización y aislamiento de vibraciones y golpes. conservación, manipulación, exposición y almacenaje. embalaje indirecto, relleno, inmovilización y aislamiento de vibraciones y golpes. conservación, manipulación, exposición y almacenaje.

<sup>565</sup> Espuma de polietileno, embalaje indirecto, relleno, inmovilización y aislamiento de vibraciones y golpes. conservación, manipulación, exposición y almacenaje. embalaje indirecto, relleno, inmovilización y aislamiento de vibraciones y golpes. conservación, manipulación, exposición y almacenaje.

<sup>566</sup> Espuma de polietileno, embalaje indirecto, relleno, inmovilización y aislamiento de vibraciones y golpes. conservación, manipulación, exposición y almacenaje

<sup>567</sup> Tejido compuesto de polímeros y prolipropileno, usado como acolchamiento, para realizar camas, soportes, cunas, para todo tipo de materiales, no es de contacto directo y ha de protegerse. Embalaje directo de obras de arte y superficies delicadas. conservación, manipulación, exposición y almacenaje

<sup>568</sup> Espuma de polietileno es resistente, flexible y ligera ideal para el embalar, forrar, relleno y soporte de bienes culturales en el manejo, embalaje, transporte y almacenamiento ya que sus propiedades y estabilidad mantienen excepcionales condiciones de conservación. Para inmovilizar piezas, relleno, apoyo, etc. También conocido como Ethafoam, la diferencia es el ancho de plancha.

## 15.8 SEGURIDAD

Como ya se ha indicado, las colecciones de historia natural están sujetas a riesgos como vandalismo, robo o desastres. Los museos deben tomar medidas contra estas amenazas (Texas Historical comisión, s.f.).

### Robo

El robo, en muchas colecciones, está creciendo debido a que muchas d estas colecciones tienen medidas de seguridad menos estrictas que otras colecciones de bienes culturales (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

Las piezas que son objeto de robo son el marfil, los cuernos de rinoceronte, otros cuernos y cornamentas, algunas zarpas y garras, las pieles curtidas, las calaveras o materiales de archivo complementarios, como trabajos científicos originales o diarios de campo de científicos, entre otros. (NPS, 2005, Ap. T, T:1).

Para impedir el robo y el vandalismo se deben adoptar medidas de seguridad que aseguren la conservación de las colecciones, como el establecimiento de un riguroso control de acceso de personal a las zonas de investigación y colecciones.

Además, el museo debe estar vigilado por una compañía de seguridad que permanezca en el edificio en horario no laborable y que reciba una formación sobre cómo actuar en caso de que se produzca una situación indeseable (catastrófica), como un incendio (Barreiro et al., 1994).

Para impedir el uso de las colecciones por personas no adecuadas se debería contar con un archivo que incluyera los nombres e instituciones que hayan provocado daños o extravíos en el material (Barreiro et al., 1994).

Para reducir el riesgo de robo o vandalismo, el acceso a las colecciones debe estar restringido y limitado. Se deben mantener las áreas de almacenaje cerradas continuamente. Únicamente el personal clave debe tener acceso y los visitantes no deberían entrar. Lo ideal sería además que las áreas de almacenaje no dispusieran de ninguna ventana (Texas Historical comisión, s.f.).

Por otro lado, este servicio de seguridad debe mantener un control estricto sobre los visitantes en las salas de exposiciones a través de los vigilantes de sala. (Barreiro et al., 1994).

Siempre que sea posible, los objetos deben ser expuestos en vitrinas cerradas y si esto no es posible, durante las horas de exhibición se debe monitorizar a los visitantes en éstas áreas. Los visitantes deberían entrar y salir por una sola puerta, que debe estar vigilada (Texas historical comisión, 2013 o s/f).

Todas las vitrinas de exposición deben estar cerradas con llave y sólo un personal seleccionado debe poder abrirlas. No se debe permitir a los visitantes que manejen los artefactos. Los objetos valiosos en exposición susceptibles de sustracción deben ser notificados a la policía (Texas Historical comisión, s.f.).

Los objetos que se exponen abiertamente deben mantenerse fuera del alcance de las personas mediante barreras de contención adecuadas (Texas Historical comisión, s.f.).

El edificio del museo debe estar dotado de cerraduras de alta resistencia en puertas y ventanas y sus llaves sólo han de estar disponibles para un personal seleccionado. Se deben recoger las llaves de cualquier miembro del museo que se desvincule de esto y las cerraduras deberían incluso ser cambiadas periódicamente (Texas Historical comisión, s.f.).

Una medida disuasoria para reducir el riesgo de vandalismo y robo es mantener la iluminación en horarios fuera del funcionamiento normal del museo, y contar con patrullas o guardias de seguridad. Además deben existir sistemas de alarma automáticos vinculados a una empresa de seguridad o a la policía (Texas Historical comisión, s.f.).

Muchos robos se cometen por personal del museo; por ello, algunas instituciones recomiendan el control de antecedentes de los nuevos empleados y personal voluntario (Texas Historical comisión, s.f.).

### Desastres

Ante desastres como incendios, inundaciones, tormentas, tuberías con fugas, etc. el museo debe contar con sistemas de detección de calor, humo y agua. Las alarmas para incendios deben estar conectadas con el departamento de bomberos local y los sistemas de detección de inundaciones pueden avisar a un miembro del personal mientras se cierran las instalaciones. La rotura y filtraciones de tuberías etc. se pueden detectar por medios rutinarios de control (Texas Historical comisión, s.f.), (monitoreo y mantenimiento).

Frente a los incendios, el museo debe contar con sistemas de extinción como extintores portátiles para pequeños incendios o sistemas rociadores de agua para incendios más generosos: éstos son los más comunes ya que son los más económicos. Pero el museo debería optar por sistemas más modernos en los que el aspersor se activa individualmente en las áreas donde se detecta el calor o el humo. Es preferible para evitar el daño a las colecciones, el uso de sistemas de extinción a base de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en vez de agua, pero estos son más costosos (Texas Historical comisión, s.f.). Los sistemas de descarga automática de agua, CO<sub>2</sub>, espumas, etc. dependen de la naturaleza del fuego y los ejemplares a proteger (Barreiro et al., 1994). Una de las opciones recomendables es la mezcla de gases inertes, que tienen la ventaja de que, son inocuas no sólo para el bien cultural, sino también para las personas (ni asfixia ni intoxicación. Una de estas mezclas es Inergén®, constituido por 52% de nitrógeno, 40% de argón y 8% de dióxido de carbono. Inergen es un agente limpio el cual, al descargarse para extinguir el incendio, no afecta la vida de las personas que están en el lugar, no daña los equipos y no afecta el medio ambiente. Otros nombres comerciales son: Argonfire® -100% argón- y Argonite® - mezcla a partes iguales de nitrógeno y argón (Whiteley, 1993).

En zonas de terremotos se fortalecen las estructuras de los edificios siguiendo la normativa vigente a este respecto (Barreiro et al, 1994)

Para minimizar daños durante las inundaciones, se pueden pintar las paredes con pinturas plásticas o impregnaciones de resina. Pero lo más importante es mantener un control estricto de la red de

cañerías y desagües y evitar la colocación de las colecciones en zonas de riesgo como cerca de bajantes, etc. (Barreiro et. al, 1994).

Frente a los cortes de suministro eléctrico se debe contar con un grupo electrógeno para suplir la electricidad general hasta que se subsane el problema (Barreiro et al., 1994)

Cada museo debe contar con una política de seguridad y con un plan de emergencias por escrito, de tal manera que todo el personal sepa cómo ha de actuar en caso de desastre. En él no sólo se deben señalar las acciones de salvamento de la colección sino también de seguridad de las personas. La gestión y diseño del plan es responsabilidad del museo (Texas Historical comisión, s.f.).

Una cuestión muy importante durante las operaciones de salvamento en una emergencia es la elaboración de informes. El NPS sugiere que se puede suprimir los informes individuales por unos generales donde se documenten los pasos de la recuperación, pero en éstos si se debe registrar los daños y métodos de salvamento específicos de ejemplares especialmente valiosos y de los especímenes que han sido prestados a otros museos, ya que además esta información puede ser importante para temas del seguro<sup>569</sup> (NPS, 2005).

---

<sup>569</sup> NPS Museum Handbook, Part I (2005) T:41



## 15.9 MANTENIMIENTO

“El mantenimiento incluye todas las acciones correctivas en respuesta de un problema real o percibido”. (NPS, 2005, Ap. I). Se apoya en la monitorización pero, a diferencia de ésta que sería una acción pasiva de observación, el mantenimiento es una acción activa.

Al igual que ocurre con otro tipo de colecciones, un buen mantenimiento asegura la conservación a largo plazo de los especímenes biológicos. El mantenimiento adecuado minimiza no solo partículas contaminantes, sino que también elimina los hábitats y materiales atractivos para las plagas. (NPS, Ap. U, 2005 creo que es esta la fuente).

Las preocupaciones de mantenimiento más comunes incluyen (NPS, Ap. U, 2005):

- Actualización de la información y gestión de la información<sup>570</sup>.
- La limpieza en áreas de almacenamiento y exhibición<sup>571</sup>.
- Preparación de emergencias, respuesta y recuperación.
- Limpieza de especímenes.
- Tratamiento de especímenes.
- Gestión de plagas.

Las actividades de mantenimiento pueden depender del tipo de colección biológica (NPS, Ap. U, 2005).

Otras medidas que se pueden tomar son (NPS, Ap. U, 2005):

- Colocar tiras de fibra de polipropileno en el exterior de las puertas de las habitaciones de almacenaje y de esta manera reducir el polvo y la suciedad que pueda entrar en estas áreas.
- Emplear aspiradores con filtro HEPA (ver capítulo 14.2) ya que no redistribuyen las partículas de pequeño tamaño (NPS, Ap. U, 2005).
- Evitar la limpieza en húmedo de las zonas de la colección y si es necesario la eliminación de manchas emplear métodos puntuales. No es necesaria una limpieza húmeda regular de estas áreas ya que además la limpieza de grandes superficies puede elevar los niveles de HR.
- No se debe emplear limpiadores en aerosol en las zonas de la colección, ni en espacios que compartan un sistema de ventilación con estas zonas. En todo caso, puede rociarse un trapo de limpieza fuera de las zonas de la colección.

---

<sup>570</sup> Actualización de la información en especímenes, etiquetas de los cajones, registro del catálogo y bases de datos para que los investigadores desarrollen mejor sus investigaciones. Además se debe asegurar la información relacionada con las colecciones asociadas de tejido o parásitos. También debe obtenerse informes tras un análisis más detallado de estas colecciones, que incluye informes de conservación y documentación fotográfica de los especímenes (NPS, Ap. U, 2005).

<sup>571</sup> La eliminación del polvo superficial se puede realizar mediante un cepillado suave, chorro de aire o por lavado en materiales no deleznales

- No deben usarse limpiadores clorados en las zonas de almacenaje. Pueden emplearse limpiadores especializados como Brilliantize® (emulsión de polisiloxano) para limpiar muchos plásticos que pueden encontrarse en vitrinas de exposición (NPS, 2005, Ap. I).

Como ya se ha comentado, se debe realizar un control periódico de las colecciones. Diariamente se debe inspeccionar visualmente las instalaciones de las colecciones con el fin de descubrir alguna anomalía (Barreiro et al., 1994).

Se deben inspeccionar los armarios periódicamente para asegurarse de que las puertas cierran bien y se ajustan correctamente. Esto incluye inspeccionar las juntas y reemplazarlas cuando sea necesario. Si las cubiertas de las bandejas o el papel secante están manchados o grasientos, deben ser reemplazados por otros nuevos (National Park Service, 2006, 11/9).

Semanalmente, deben comprobarse los valores registrados por los aparatos de medición como termohigrómetros, etc. (Barreiro et al., 1994).

Cada tres o seis meses hay que entrar en las vitrinas expositoras para comprobar el estado de conservación de los ejemplares exhibidos y, si presentan signos de deterioro, retirarlos para desinfectarlos y/o restaurarlos (Barreiro et al., 1994).

Una o dos veces al mes deben comprobarse los sensores de los aparatos y alarmas de detección de incendios, funcionamiento del grupo electrógeno, etc. para determinar si su funcionamiento es el correcto (Barreiro et al., 1994).

Si los especímenes han sufrido daños de cualquier naturaleza se debe estabilizar el objeto por medios no "interventivos" en vez de intentar reparar el daño; por ejemplo, si hay partes desprendidas, se deben mantener junto al espécimen para que no se pierdan y no intentar volvérselos a colocar. Se puede estabilizar un espécimen agrietado o roto con un soporte apropiado (NPS, Ap. U, 2005).

Los especímenes con valor histórico o interpretativo deben ser tratados por un restaurador (NPS, Ap. U, 2005) y seguir los criterios que se verán en el siguiente capítulo.

Se puede reducir el número de intervenciones de mantenimiento que el personal debe hacer si se siguen unas pautas básicas como asegurarse de que el espécimen no está infectado cuando ingresa en la colección o tras su uso o que no se deja nunca fuera del armario durante toda la noche (National Park Service, 2006, 11/9).

## 15.10 LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN EL MNCN

### 15.10.1 Condiciones del Museo (MNCN-CSIC)

---

#### 15.10.1.1 La Conservación Preventiva en el Museo a lo largo de su Historia

La conservación preventiva y la protección de las colecciones del Museo ya han venido planteándose desde hace tiempo.

Como ya se ha indicado previamente, desde el siglo XIX se tenía conciencia de que se debían acometer ciertas rutinas para evitar el deterioro de las colecciones, como por ejemplo la rotación de éstas<sup>572</sup>, no exponer piezas sensibles a la luz solar, bajo su acción<sup>573</sup>, o el tratamiento omnipresente con tóxicos frente a las plagas.

Durante la Guerra Civil española (1936-1939), como se ha señalado, el MNCN se unió a las actividades para poner a salvo el Tesoro Nacional, en el que también se incluían las colecciones biológicas. Las vitrinas trasladadas al Museo del Prado que ya han sido citadas en el capítulo 7, sobre el MNCN, se habían instalado en la planta principal del edificio, en la que parecía ofrecer mayor seguridad frente a los bombardeos (Bolívar, 1935, citado por Aragón, 2014). A pesar de ello, algunos especímenes de grandes dimensiones no se pudieron trasladar y hubieron de ser protegidos *in situ* (Aragón, 2014, p. 235).

En la década de los 80 del siglo XX (época de renovación), se empezó a plantear la importancia de la conservación preventiva, creándose plazas específicas de conservadores para colecciones zoológicas y botánicas científicas (Barreiro et al, 1994). Para aunar esfuerzos y establecer comunicación entre las universidades y los distintos centros del CSIC, la Dra. Concepción Sáenz Laín, por entonces directora del MNCN, promovió en 1987 un proyecto de investigación que evaluara los problemas existentes en España sobre museología científica<sup>574</sup>. De este proyecto surgieron una serie de manuales de conservación de colecciones biológicas, pioneros en España, basándose en las propias experiencias y en la bibliografía extranjera, que por entonces también era escasa (Barreiro et al, 1994). Aunque dos décadas después, algunas cuestiones planteadas en los manuales han variado (al igual que ha pasado con la conservación-restauración de otro tipo de patrimonio), muchas de estos planteamientos están aún vigentes, y constituye uno de los escasos documentos que existen en castellano sobre conservación y gestión de colecciones biológicas.

---

<sup>572</sup> Santiago Aragón hace referencia por ejemplo a la rotación de ejemplares en exposiciones temporales dado “que por su delicadeza, no “podían “estar a la luz más de quince días (Aragón, 2014, p. 232).

<sup>573</sup> Curiosamente con motivo de la primera Exposición Nacional de Bellas Artes de 1887 las ventanas fueron cegadas parcialmente para evitar que la iluminación cenital dañara las pinturas (MNCN; s.f.). Esta conciencia de que la luz directa dañaba los objetos artísticos era patente

<sup>574</sup> El citado proyecto se llamaba *Museología del Patrimonio Natural*.

En este capítulo no se pueden desarrollar todos los aspectos que conforman la conservación preventiva en el MNCN, porque no se ha podido acceder a toda la información necesaria. Aun así, se describirán todos aquellos puntos que han podido documentarse.

#### **15.10.1.2 Condiciones medioambientales actuales**

En referencia a las condiciones medioambientales, éstas varían de unas zonas a otras del Museo y se diferencian entre las áreas de exhibición y almacenaje. Como se recordará, el almacenaje de los especímenes montados se reparte entre el conocido como almacén visitable, el almacén en frío donde se guardan las pieles de estudio y el almacén de Arganda.

No se ha podido tener acceso a la información sobre el tipo de climatización empleada en las salas de exposición general del Museo, pero sí es perceptible que existe cierta climatización, ya que en invierno existe calefacción y en verano, aire acondicionado. Existe un gran termohigrómetro digital localizado en la entrada del Museo que señala la temperatura y la HR existente en esa zona y, de esta manera, podemos hacernos una idea sobre la estabilidad de estos parámetros. Las fotografías de abajo muestran dos momentos del año en distintas épocas. La primera toma corresponde al 14 de agosto de 2014 (24,9 ° C y 38% de HR). La segunda toma al 1 de enero de 2015 (18,7 ° C y 41% de HR). La tercera toma al 16 de junio de 2015, en plena ola de calor en Madrid (24° C y 40% de HR). Aunque la temperatura oscila bastante entre el invierno y el verano (unos 6° C), el porcentaje de HR, aún con variaciones, es bastante constante para un clima continental como el que tiene Madrid y aunque la temperatura y HR están fuera de los parámetros recomendados (temperatura más alta y HR inferior), ya se ha comentado, que si las condiciones son estables muchos objetos patrimoniales se conservan bien. Habría que valorar si estas fluctuaciones son las que están propiciando la aparición de nuevas grietas en los especímenes.



**Figura 261.** Termohigrómetro digital de la entrada del MNCN en distintas épocas del año.

Por lo que se ha podido saber en exposición, sólo el Almacén Visitable posee unas condiciones termo-higrométricas reguladas<sup>575</sup>. La temperatura en esta zona es de 22° C, temperatura de confort (Barreiro, com. personal, 2015).

En las áreas de exposición y almacén, los dataloggers de temperatura y HR se colocan puntualmente y no van a centralita. No hay en el Museo ultravímetros, luxómetros ni detectores de contaminantes.

Las vitrinas son pasivas y no existen métodos de control medioambiental en el interior éstas.

Respecto al resto de almacenes, en el de pieles de estudio del Museo que sí está climatizado, la colección se conserva en frío a unos 15 y 16,5° C con un 40 % de HR. Los aires acondicionados de esta zona son industriales porque los normales no bajan a menos de 17 ° C.

En el almacén de Arganda no existe climatización, pero la sensación corporal es de más frío en el interior de la nave en verano y más calor en invierno. En el almacén está instalado un datalogger, pero no se ha podido tener acceso a las mediciones.

### **Contaminantes y tóxicos**

Respecto a contaminantes, en el Museo no se miden los niveles de polución existentes.

### **Sistemas de almacenaje**

<sup>575</sup> La empresa HT hizo el acondicionamiento.

Los sistemas de almacenaje varían también de unas zonas a otras en el Museo. Por ejemplo las colecciones de pieles se encuentran instaladas en gabinetes y armarios metálicos<sup>576</sup> de bandejas, diseñados, como ya se ha comentado, por el MNCN. En esta zona se almacenan vitrinas con los especímenes más antiguos y valiosos y en armarios de metal aquellos que no tienen vitrina. Los cajones de estos armarios están forrados (antiguamente con papel secante con reserva alcalina y actualmente los están retirando para cambiarlos por otros con pH neutro) (Barreiro, com. personal).

Aunque también en el Museo existen armarios compactos, los especímenes de aves y mamíferos no se almacenan en ellos.

En el almacén visitable los especímenes están expuestos y almacenados en vitrinas de vidrio nuevas, con filtro UV y luz libre de emisiones de esta radiación. Se desconoce cuál es el tipo de iluminación general en esta área.



**Figura 262. Vista general del almacén visitable**

Algunos ejemplares muy valiosos se almacenan en la colección en frío de pieles de estudio en mismo Museo en Madrid

En Arganda, los especímenes se almacenan en estanterías metálicas, los de pequeño y mediano tamaño y en el centro de la sala los de grandes dimensiones, apoyados en el suelo. Las piezas más grandes poseen ruedas (Barreiro, J., com. personal, 2015).

Antes de la restauración de los Hermanos Garoz de 2010, los ejemplares se almacenaban al aire, ya que no se disponía de materiales adecuados de embalaje; tras la restauración, muchos de los especímenes se conservan en los envoltorios facilitados por los Taxidermia Garoz.

<sup>576</sup> Quitaron los antiguos armarios de madera por los problemas con los materiales calcáreos como huevos que podían desarrollar la enfermedad de Byne.





**Figura 263.** Algunas piezas almacenadas al aire en estanterías metálicas en el Almacén de Arganda. Actualmente éstas se encuentran cubiertas.

Otros están cubiertos por telas de algodón negras o papeles de conservación libre de ácido tipo Kraft. Algunos que pueden ser dañados por el envoltorio se conservan al aire.



**Figura 264.** Hiena envuelta en papel tipo Kraft de pH neutro



**Figura 265:** Lémur envuelto en bolsa de polietileno



**Figura 266. Grupo de rabilargos envuelto en el plástico de Taxidermia Garoz.**



**Figura 267. Pavo Real al aire ya que debido a su fragilidad no puede envolverse**





**Figura 268. Cabra bajo una cubierta de algodón negro.**

Por otro lado, siguiendo las recomendaciones en materia de conservación ya descritas, los fragmentos desprendidos de los especímenes se conservan en bolsas de polietileno junto con el espécimen. En la imagen x se puede ver las pezuñas de un Suní del MNCN-CSIC desprendidas.



**Figura 269. Pezuñas de un Suní en una bolsa de polietileno**

### 15.10.1.3 Iluminación

La iluminación en el Museo es de diversa naturaleza. Poco a poco, a través de aportaciones puntuales (por ejemplo 3 millones de euros aportada por el CSIC para la renovación de algunas secciones del Museo como la de Geología o la exposición permanente Mediterráneo) se va adecuando a los nuevos requerimientos en materia de conservación preventiva, incluyendo el mobiliario expositivo del Museo (MNCN, 2010).

En las nuevas vitrinas, como la de Biodiversidad, la iluminación es de luz fría<sup>577</sup> (así llaman a las nuevas luces del Museo como un sinónimo de iluminación adecuada, que cumple los requisitos de conservación).

En el almacén visitable, como señala la página del MNCN, se ha dado prioridad a los criterios de conservación ya que se trata de un almacén y no una sala de exposición. La iluminación es de luz fría, por medio de fibra óptica y tenue (MNCN, s.f.), con un máximo de 70 lux. (Barreiro, com. personal, 2015).

Aunque poco a poco se están cambiando las antiguas fuentes de luz, se pueden encontrar niveles muy altos de intensidad lumínica. Los conservadores piden que como máximo estén a 200 lux pero, en ocasiones, son más altos, sobre todo en la iluminación general. Parece ser que esta iluminación no está filtrada (Barreiro, J. com. personal, 2015).

Muchos animales del Museo presentan decoloración, especialmente los mamíferos (Barreiro, J. com. personal, 2015). Este deterioro puede apreciarse en distintas piezas del ámbito expositivo, como los grupos biológicos de los Hermanos Benedito (zorros, lobos, garduñas y el oso pardo regalado por el rey Alfonso XIII) o el *Tylacinus* de Rowland Ward entre otros.

Un ejemplo puede verse en la siguiente imagen donde, aunque se emplea luz fría, la luz está focalizada en un punto de la pata, y en el final del rabo, los cuales tras acumulación de iluminación acabarán decolorándose (Ver figura 15). Esto mismo se puede ver en distintas piezas del MNCN, como un armadillo del Gabinete de Historia Natural de Dávila (Ver figura. 17), que además se expone al aire, o un grupo de garduñas de Benedito, en la que se puede ver la incidencia de la luz sobre el ejemplar superior del grupo (Ver figura 16), mostrando una fuerte decoloración del lomo.

---

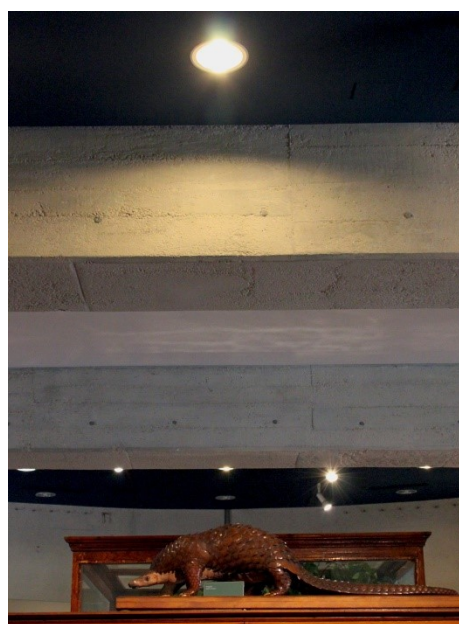
<sup>577</sup> No se debe confundir el término “luz fría” relativo a la temperatura de color que significa que el tipo de iluminante tiene una apariencia menos amarillenta, con aquella que significa que no emite calor.



**Figura 270. Ejemplo de iluminación puntual inadecuada en un zorro**



**Figura 271. Grupo de garduñas realizado por los hermanos Benedito iluminado posiblemente por cuarzo-halógeno**



**Figura 272. Armadillo del Real Gabinete posiblemente iluminado por cuarzo**

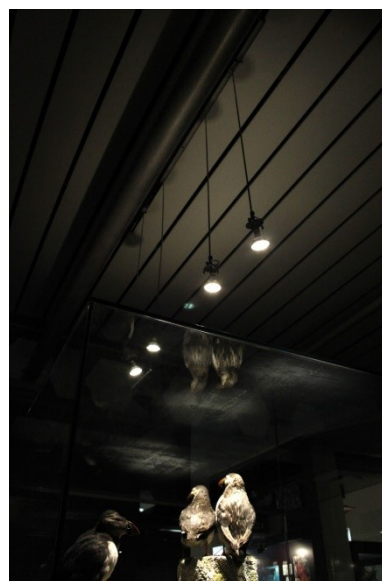
En conclusión, se puede decir que en el Museo se da una combinación entre distintos tipos de iluminación. Los focos generales son antiguos, no tienen mucha movilidad y seguramente podrían ser de tungsteno. Las nuevas vitrinas, por ejemplo, del Almacén visitable tienen luz fría, a base de fibra de vidrio y también algunas en la exposición Biodiversidad, en las vitrinas nuevas. También en algunas zonas se puede ver la existencia de tubos fluorescentes, posiblemente filtrados, ya que se encuentran dentro de las zonas remodeladas. La conservadora del Museo Josefina Barreiro nos ha indicado que no hay leds en el Museo. Otras podrían ser cuarzos o cuarzos-halógenos. Se desconocen si estas luces están filtradas.

Respecto a las mediciones lumínicas, se hacen mediciones puntuales de intensidad de luz, pero no de radiación UV.





**Figura 273 Iluminación con fluorescente**



**Figura 274. Posible iluminación con halógeno.**

#### Tapado de ventanas

Los grandes ventanales de la zona principal de exposición están filtrados por estores enrollables. Sin embargo, otras ventanas carecen de persianas, como se verá a continuación.



**Figura 275. Recubrimiento de los grandes ventanales con estores.**

#### Filtraje de algunas vitrinas

Las nuevas vitrinas parece ser que filtran la radiación UV ya que en alguna publicación refieren la introducción de vitrinas con las mejores prestaciones.

Algunas vitrinas antiguas con los ejemplares más valiosos como la vitrina del *Tylacinus* están filtradas con láminas de plástico.





**Figura 276.** Vitrina protectora con una lámina filtradora de UV de un espécimen de oso de anteojos “*Tremarctos ornatus*” de la casa Rowland Ward.

#### 8.1.1.1. **Sistemas expositivos**

Los sistemas expositivos son diversos como se ha indicado: existen vitrinas individuales, colectivas, sin filtrar, filtradas, con luz incorporada o con que reciben una iluminación externa, especímenes al aire, etc. En algunas zonas como en el Gabinete, los trofeos de cabezas están expuestos en una malla metálica, que recibe luz cenital. Podrían ser cuarzos. En esta área existen unas pequeñas ventanas que no están filtradas, ni cubiertas por persianas y así mismo en el pasillo de acceso.



**Figura 277.** Cabezas de diferentes mamíferos colgadas en la pared en una malla metálica

**Figura 278.** Especimen de armadillo expuesto al aire



**Figura 279.** Esqueleto de osa hormiguera en el interior de una de las nuevas vitrinas colectivas, que emplean iluminación por led y están filtradas.

#### 15.10.1.4 Señalización en exposiciones

Respecto a las cartelas identificativas en la exposición, se puede adjuntar un ejemplo que ilustra bien lo que se desarrolla a lo largo de esta tesis: el escaso valor que en ocasiones se otorga al espécimen naturalizado como una creación artística de un autor y como un ente único.

Este el caso de la exposición temporal *Naturalezas Ilustradas. La Colección van Berkhey del Museo Nacional de Ciencias Naturales*, que se celebró en el MNCN desde el 29 de abril de 2014 hasta el 3 de mayo de 2015, donde se comparaba un espécimen naturalizado con una pintura, ilustración o un grabado de un autor, mostrando cómo los especímenes naturalizados habían sido la fuente de inspiración de dicha obra. En la cartela de la obra gráfica se reseñaba el autor (si no se conocía se ponía anónimo), la fecha o el siglo y la técnica, además de la referencia de archivo. Sin embargo en la cartela del espécimen naturalizado correspondiente solo podía leerse el nombre común y el nombre científico.

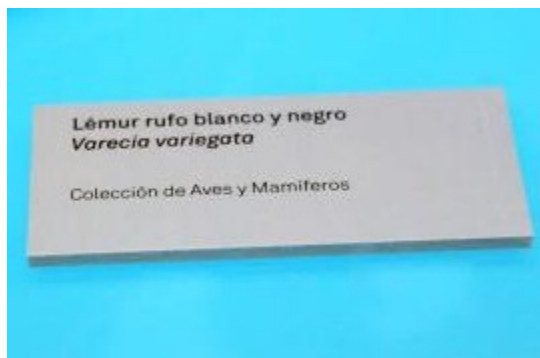


Figura 280- Lémur rufo blanco, *Varecia variegata*. Posiblemente siglo XVIII.

Figura 281. Cartela del espécimen ya citado

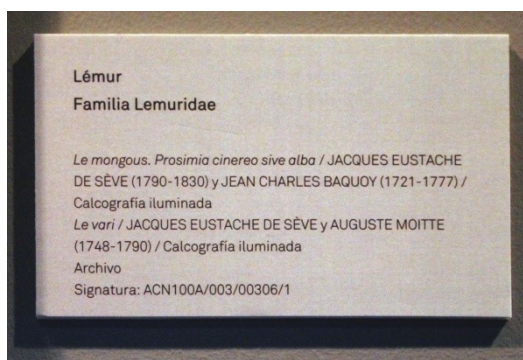


Figura 282. Grabado calcográfico iluminado de Jean Charles Baqudy (1721-1777)

Figura 283. Cartela identificativa del citado grabado.

#### 15.10.1.5 Limpieza y mantenimiento

Las salas expositivas son limpiadas por personal del Museo, no por una contrata. Solo se emplea agua y bayetas especiales. Los conservadores deben vigilar la limpieza, porque a veces se mojan en exceso las vitrinas y se despegan los adhesivos de silicona. El almacén visitable se limpia de la misma manera.

Los almacenes del Museo también los limpia el personal de la institución. En este caso solo se limpian con agua y/o mopa seca. Se aplica una sustancia para pulir cada año. Pero en este tipo de operaciones existe un control férreo por parte de los conservadores, indicando al personal de limpieza cómo se debe limpiar, ya que a veces no se comprende la fragilidad y la importancia de estas colecciones.

#### 15.10.1.6 Gestión de las colecciones

Para consultar o investigar sobre los ejemplares, sólo pueden acceder a las colecciones personas que estén ligadas a un centro de investigación.

Respecto a los préstamos para colecciones externas, se debe obtener una orden ministerial (MINECO). Si la pieza prestada no va a un museo o entorno museístico se tiene que reunir una junta de evaluación de Ministerio de Cultura para dar el visto bueno. Si sale al extranjero tiene que dar el visto bueno la Comisión de Cultura (Barreiro, J, com. personal, 2015)



#### 15.10.1.7 Documentación

##### Registro

La Base de datos del Museo está diseñada para especímenes de estudio y los datos que se valoran son para este tipo de piezas. Por ejemplo, aparece una casilla con los datos del colector pero los datos del posible taxidermista o época a menudo están en comentarios.

##### Etiquetas

En el Manual de Conservación de Colecciones Biológicas se recogía que se estaba desarrollando por parte del Departamento de Colecciones del Museo Nacional de Ciencias naturales junto con la Fábrica de Moneda y timbre un papel de características similares al más empleado en colecciones estadounidenses, el "Byron Weston Resistal Linner Ledger", fabricado por la Byron Wenton Paper Co. (Dalton, MA, 01226, E.E.U.U.). Presumiblemente este es papel que se está usando en la actualidad (Barreiro et al., 1994).

#### 15.10.1.8 Seguridad

Actualmente existe una empresa de seguridad en el Museo como ya se ha indicado en el capítulo anterior, que vigila las puertas de entrada y las zonas de exposición.

#### 15.10.1.9 Transporte

En un viaje largo no se suele envolver la pieza, tampoco durante los traslados, ya que además con las vibraciones el pelaje o plumaje se frota con el plástico y se cae especialmente en ejemplares antiguos que se encuentran más deteriorados.

Algunos ejemplos de embalaje se muestran a continuación. Actualmente los métodos de contención suelen realizarse con Plastazote, se sellan las cajas de contrachapado con Marveseal y se sujetan las peanas con tacos de madera atornillados a la caja de embalaje.

En un ejemplo que se ilustra a continuación relativo al embalaje de varias aves, éstas no son recubiertas. En el caso de la pareja de Quetzal guatemaltecos, *Pharomachrus mocinno* éstos se situaban en el interior de la caja de embalaje y las fijaciones se hacían en la base de un percha larga, embutida con Plastazote (hecha a medida) conjunto que se deslizaba para introducirlo en la caja y se fijaba con tornillo con una pieza de madera atornillada a la caja. La segunda fijación consistía en una plancha de cartón pluma calidad museo forrado por una capa de aluminio<sup>578</sup>, que se encajaba entonces en las ranuras hechas a planchas de Plastazote colocadas en el lateral del interior de la caja; las planchas de cartón pluma simplemente se deslizaban en las ranuras para colocarlas. Estas (dos) encajaban entre sí a modo de tetrís impidiendo el cimbreo de la percha y no necesitando de métodos de fijación invasivos, pudiendo desmontarse con facilidad (ver figuras 52 y 53).

---

<sup>578</sup> - En el quetzal, y en otras obras se determina usar cartón pluma calidad museo, o cartón tipo passepartout, dependiendo de la ocasión y uso, debido a que se trata de transportes a corto plazo, y que no da lugar a que los materiales compositivos del cartón pluma se deteriores (Maiz, com. personal, 2015).



**Figura 284. Embalaje de Quetzal. Colocación de lámina de cartón pluma recubierta por Marveseal a través de rails.**

**Figura 285. Embalaje de Quetzal 2. Finalización del embalaje.**

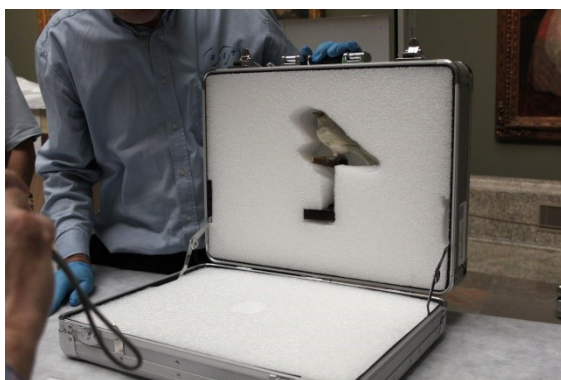


**Figura 286. Ejemplo de embalaje en una misma caja de varios especímenes de aves de pequeño tamaño.**



Para la exposición celebrada en el Museo del Prado, “Historias Naturales. Un proyecto de Miguel Ángel Blanco”, la empresa SIT ya mencionada fue la que se encargó del diseño de embalajes, y transporte. Algunos ejemplos se muestran a continuación: en la figura 55, un canario albino es introducido en una maleta de transporte relleno por espuma de polietileno al que se le ha tallado la forma del objeto. En la figura 56 el Toro de Veragua se ha subido sobre una plataforma con ruedas y se ha protegido con Cellplas® y plástico de burbuja a ambas caras, laminado de polietileno de baja densidad por encima (Maíz, com. personal, 2015). En la figura 24 se muestra el esqueleto de la osa palmera del MNCN, introducido en una caja de contrachapado reforzada con Plastazote recubierto con Marveseal. La peana está fijada a la caja a través de unas sujeciones de madera atornilladas a la caja (no clavada para evitar vibraciones). Además el esqueleto está fijado a la caja para evitar el movimiento con ataduras de cellplas (Maíz, com. personal, 2015). (Fig. 57).

Para embalar el fanal del Ave del Paraíso, *Paradisaeidae*, se ha empleado una caja de contrachapado forrada con Marveseal y acolchada con láminas de Plastazote. La base así mismo se encuentra encajada en láminas de Plastazote con la forma del cilindro del vidrio recortada a medida. Así mismo una plancha de Plastazote colocada horizontal a la base se encuentra rodeando la bóveda de vidrio y está encajada en unos railes de madera (Fig. 58)



**Figura 287. Canario albino en un maletín reforzado con espuma de polietileno.**



**Figura 288. Toro de Veragua protegido con Cellplas y burbuja encima**



**Figura 289. Esqueleto de osa palmera, *Myrmecophaga tridactyla***



**Figura 290. Ave del paraíso en un fanal**



### 15.10.2 Recomendaciones para el MNCN

---

Según lo que se ha indicado, se podrían aportar algunas recomendaciones al MNCN, aunque la implementación de mejoras en el Museo está condicionada, como ya se ha indicado, por la asignación limitada de presupuesto que recibe el Museo y una falta de espacio.

A pesar de que España sufre una época de crisis y los presupuestos estatales se han reducido enormemente, el Museo de Ciencias posee unas colecciones muy valiosas y, como han denunciado muchos sectores de la población reiteradamente, se debe poner todos los esfuerzos posibles en su preservación.

Recomendaciones:

- No exponer piezas que estén al aire si fuera posible ya que éstas atraerán polvo. Por otro lado pueden emanar residuos tóxicos, como arsina los que han sido tratados con jabón arsenical u otros pesticidas a base de arsénico. Además pueden ser más fácilmente dañados por el público. Esta situación ha ocurrido recientemente, cuando algún visitante ha realizado un orificio al elefante africano del Duque de Alba en el cuarto trasero derecho (Castelo Vicente, L., com. personal, 2015), inclusive con la férrea vigilancia del Museo. En todo caso cuando resulta imposible introducirlos en vitrina como en caso de especímenes de grandes dimensiones, se debería investigar la adecuación de los sistemas de precipitación electroestática o la generación de iones negativos, cuya función es la ionización de partículas suspendidas eliminándolas (Guasch, s.f.) que no produzca ozono (que aumenta la tasa de oxidación de los materiales) y otros contaminantes.

En el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York (AMNH) durante el proyecto de remodelación se planteaban instalar un sistema "*positive pressure enviroment*" para mitigar el polvo en los dioramas. (Nunan et al., 2012). Estas tecnologías pueden ser útiles en espacios más o menos cerrados donde la presión no varía como ocurre en espacios con varias aberturas, pero aún así no siendo del todo eficaz puede ser una opción para reducir los niveles de polvo y polución.

- Las vitrinas que nunca se han abierto, no deben abrirse, a no ser que sea necesario, ya que constituyen un documento histórico y además se encuentran estables. Sólo se deberían abrir en caso de que se muestre un deterioro activo para subsanarlo.

- Si no hay posibilidad de cambiar las condiciones lumínicas, se deben filtrar las vitrinas.

- Incluir los datos del taxidermista y el año de creación en la cartela expositiva. Incluir además una etiqueta que señalice el riesgo de toxicidad.

Sugerencia de cartela expositiva:

<b>Nombre común</b>	<b>nombre científico</b>	
<b>Autor: anónimo</b>	<b>Año/siglo</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>Número de catálogo</b>	
<b>Técnica</b>	<b>Contiene arsénico</b>	

Ejemplo: Elefante africano Luis Benedito

<b>Nombre común</b> Elefante africano	<b>Nombre científico</b> <i>Loxodonta africana</i>
<b>Procedencia</b> Sudán	<b>Número de catálogo</b> 4605
<b>Autor:</b> Luis Benedito	<b>Año/siglo</b> 1923 (s. XX)
<b>Técnica</b> Dermoplastia	<b>Contiene alumbre</b>

Lémur Rufo blanco (caso anterior)

<b>Nombre común</b> Lémur Rufo blanco	<b>Nombre científico</b> <i>Varecia Variegata</i>
<b>Procedencia</b> Desconocida	<b>Número de Catálogo</b> 2080
<b>Autor</b> Anónimo	<b>Año/siglo</b> Posiblemente siglo XVIII
<b>Técnica</b> Desconocida	<b>Posiblemente contenga arsénico</b>

#### 15.10.2.1 Registro y documentación

- Si no es posible reflejar datos más específicos respecto a las colecciones de animales naturalizados en la Base de Datos general<sup>579</sup>, se sugiere la realización de una Base de Datos paralela dedicada a

<sup>579</sup> Añadiendo campos por ejemplo para citar el taxidermista, el año/siglo o la técnica, así como datos de toxicidad, parámetros a los que están expuestos, publicaciones, estado de conservación, tratamientos fungicidas aplicados o de restauración, y añadiendo campos donde se puedan introducir imágenes entre otros.

especímenes montados para intentar documentarlos<sup>580</sup>, o bien realizar un esfuerzo para complementar los datos que están en la Base de Datos General de la forma más clara posible.

- Realizar un estudio de las condiciones medioambientales de todas las zonas donde se encuentran especímenes naturalizados, tanto de almacenes como de salas expositivas, para intentar determinar por qué continúan saliendo grietas en los especímenes que ya se han restaurado.

### 15.10.2.2 Medición de HR y Temperatura

Introducir dentro de las vitrinas termohigrómetros<sup>581</sup> o al menos termómetros y tiras de medición de HR, registrando las mediciones, para poder hacer estudios medioambientales y valorar medidas a tomar o identificar la fuente de los deterioros que aún se siguen produciendo en los especímenes.

Introducir medidas de control de humedad en el interior de las vitrinas. En Madrid no suelen existir problemas de HR alta pero, en días húmedos, si fuera necesario, podrían introducirse deshumificadores o las bolsas de gel de sílice condicionadas ya citadas.

---

<sup>580</sup> Reflejando algunos de los campos ya expresados en la nota al pie anterior.

<sup>581</sup> Termohigrómetros o mejor dataloggers, y si no se dispone de un presupuesto suficiente para un equipamiento más sofisticado, se pueden emplear las tiras de medición de temperatura y/o humedad ya mencionadas.

## 16 PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN CURATIVA Y RESTAURACIÓN. CRITERIOS, METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS

### 16.1 INTRODUCCIÓN. ALGUNAS CUESTIONES RELATIVAS A LOS CRITERIOS A APLICAR

#### 16.1.1 Objeto de la intervención

Antes de comenzar con este tema, conviene recordar la naturaleza del objeto de la intervención. El espécimen naturalizado tiene una naturaleza ambivalente: por un lado constituye un producto de la naturaleza con unas fuertes reminiscencias de su estatus anterior como ser vivo y, por otro, como una obra realizada por el ser humano, donde se refleja el trabajo del taxidermista, los materiales empleados y los objetos asociados. Todo ello forma un conjunto indisociable, con una connotación científica, histórica, museológica (Thiney, 2002) y artística, compuesto por diversos elementos y materiales con características propias.

Gran parte de este tipo de piezas pueden ser consideradas bienes culturales <sup>582</sup> pero, ¿por qué además debemos considerar un animal naturalizado como una obra de arte?. Un ejemplo que ilustra muy bien esta cuestión es el trabajo de Luis Benedito, quien convirtió un fardo de piel de 600 kg en un elefante, con tan solo la piel, unas fotos, dibujos y las medidas de otro elefante que además era un esqueleto de una hembra; el profesional que es capaz de realizar este trabajo es un escultor, un artista, en definitiva un escultor-taxidermista.



**Figura 291. Fardo de la piel de elefante cazado por el Duque de Alba en 1913**



**Figura 292. Elefante montado por Luis Benedito con la piel citada**

<sup>582</sup> “Son Bienes Culturales (a) los bienes, muebles o inmuebles, que tengan gran importancia para el patrimonio cultural de los pueblos, tales como los monumentos de arquitectura, de arte o de historia, religiosos o seculares, los campos arqueológicos, los grupos de construcciones que por su conjunto ofrezcan un gran interés histórico o artístico, las obras de arte, manuscritos, libros y otros objetos de interés histórico, artístico o arqueológico, así como las colecciones científicas y las colecciones importantes de libros, de archivos o de reproducciones de los bienes antes definidos” (Unesco, 1954 citado por Rodríguez, O., 2008, p. 1)

Más aspectos sobre la dimensión del espécimen naturalizado serán tratados en el capítulo dedicado a legislación y ética.

### 16.1.2 Notas históricas sobre restauración

---

Es en la segunda mitad del siglo XVIII, cuando las prácticas y criterios de restauración empiezan a considerar el valor tanto artístico como científico del objeto y a respetar por tanto su autenticidad, comienza a limitarse el alcance de las intervenciones. Si bien continúa practicándose la reconstrucción y reintegración imitativa e ilusionista, acorde con la búsqueda de la armonía y unidad material de la obra, se recurre a procedimientos que, no invaden el original y a la vez cumplen estos objetivos. Nicolás Lameyra, restaurador de las Colecciones Reales españolas, en el siglo XVIII se refería a la restauración en estos términos:

"La composición de las pinturas maltratadas, no consiste en repintar lo descompuesto, sino en conocer de raíz el modo o manera, que tenían sus autores en la unión del colorido, y en saber imitar lo maltratado de ellas; de suerte, que no se conozca lo compuesto, ni aún por los mismos profesores de arte; y esta prolija operación es tan útil, y necesaria, como la de promover a los buenos pintores de nuestro tiempo: porque consistiendo su principal objeto en conservar ilesas las pinturas de la antigüedad, y sin corromper sus buenos contornos, y coloridos, se consigue así la resurrección de lo bueno antiguo para que sirvan de ejemplar y lo imiten los modernos; en el concepto seguro de que esta habilidad no se puede adquirir con saber pintar solamente, sino es con una continua práctica del estudio, y conocimiento de los pintores buenos, y antiguos, y en la paciencia de imitar sus colores, y maneras, evitando assi (sic) que muchas perezcan en manos de algunos pintores, que sin ese conocimiento emprehenden (sic) su composición , y añadiendo solamente en ellas, los colores, que saben, suele quedar la pintura, con la mitad o menos de su primer author (sic), y el resto al compositor; perdiéndose assi (sic) las buenas reliquias, y memoria de la antigüedad (sic). (Lameyra, 1785).

En el siglo XIX, la restauración se debate entre dos tendencias. Por una parte, se desarrollan los criterios extremos de la corriente estilística que tiene a Viollet le Duc (1814-1879) como máximo exponente y que buscaba la recuperación de la forma prístina, aún a costa no solo de reintegrar y reconstruir el original tal como fue en origen, sino incluso de eliminar los añadidos posteriores sin considerar su valor histórico y documental: " Restaurar un edificio no significa conservarlo, repararlo o rehacerlo, sino obtener su forma prístina, incluso aunque nunca hubiera sido así" (Viollet le Duc, 1875). Por otra parte, se encuentra la tendencia defendida por John Ruskin (1819-1900) y los románticos, partidaria de la mínima intervención conservadora para, con un criterio más arqueológico, preservar la autenticidad y la historicidad de la obra, aceptando incluso la irremediable muerte de la obra.

Los criterios que predominan en la actualidad parten de las recomendaciones de las cartas de Atenas, Venecia y Restauo, que se han inspirado en las propuestas de la restauración científica italiana presentadas por Camilo Boito en el Congreso de Arquitectos e Ingenieros Civiles celebrado en Roma

en 1883, que valoraba la historicidad y autenticidad del monumento, manifestando que: "Se puede afirmar, en general, que el monumento tiene sus estratificaciones, como la costra terrestre, y que todas, desde la más profunda hasta la superficial, poseen su valor y se deben respetar". (Boito, 1883)

Boito anteponía la conservación a la restauración, aunque aceptaba esta última, con restricciones, como forma de consolidación. Esos criterios estaban formulados en 8 puntos:

- Diferencia de estilo entre lo nuevo y lo viejo.
- Diferencia de los materiales utilizados en la obra.
- Supresión de elementos ornamentales en la parte restaurada.
- Exposición de los restos o piezas que se hayan prescindido.
- Incisión en cada una de las piezas que se coloquen, de un signo que indique que se trata de una pieza nueva.
- Colocación de un epígrafe descriptivo en el edificio.
- Exposición vecina al edificio, de fotografías, planos y documentos sobre el proceso de la obra y publicación sobre las obras de restauración.
- Notoriedad de lo restaurado<sup>583</sup>

Así, las Cartas de Atenas y Venecia, establecen el empleo de la anastilosis (reconstrucción a partir de los fragmentos originales dispersos) y diferenciación entre el original y lo restaurado, el respeto por los añadidos históricos: "deben respetarse todas las aportaciones que definen la configuración actual de un monumento, no importa a qué época pertenezcan, dado que la unidad de estilo no es el fin de la restauración" (ICOMOS, 1964, citado por MCU, p. 2) y los límites a la restauración: "(...) la restauración debe detenerse allí donde comienzan las hipótesis: cualquier trabajo encaminado a completar, considerado como indispensable por razones estéticas y teóricas, debe distinguirse del conjunto arquitectónico y deberá llevar el sello de nuestra época"(ICOMOS, 1964, citado por Macarrón, 2008, p. 156).

A pesar de estas cartas, se han desarrollado hasta hace poco tratamientos muy intervencionistas. Un ejemplo de ello es el tratamiento aplicado al elefante Hans, obra de Buffon (1707-1788), taxidermista del siglo XVIII, que se encuentra en el Museo de C.N. de París. En los años 90 del siglo XX, se le retiraron los ojos originales, de cerámica, para sustituirlos por unos de vidrio, considerados más realistas, según un criterio más biologicista que historicista. Además, se le añadieron pestañas artificiales y se repintó (Pequignot, 2006).

---

<sup>583</sup> Que la parte restaurada se distinga del original.





**Figura 293. Ojo original de cerámica del elefante del Museo de Ciencias Naturales de París**

**Figura 294. Pestañas artificiales añadidas en la restauración de los años 90 del siglo XX**

### 16.1.3 ¿Qué se entiende actualmente por conservación curativa y por restauración?

---

Velson Horie, define la **restauración** en colecciones de Historia Natural como:

"las operaciones de adición y alteración realizadas en aquellos objetos que estén incompletos o distorsionados, para que puedan ser utilizados en exposición. Así mismo, el alcance de la restauración debe estar en consonancia a la ética de la disciplina de que se trate" (Horie, 1986, p. 4).

El ICOM-CC, en su XV Conferencia Triannual, celebrada en Nueva Delhi en 2008, definió **la conservación curativa** como:

"Todas aquellas acciones aplicadas de manera directa sobre un bien o un grupo de bienes culturales que tengan como objetivo detener los procesos dañinos presentes o reforzar su estructura. Estas acciones sólo se realizan cuando los bienes se encuentran en un estado de fragilidad notable o se están deteriorando a un ritmo elevado, por lo que podrían perderse en un tiempo relativamente breve. Estas acciones a veces modifican el aspecto de los bienes",

Entre estas acciones se sitúan la desinfección, desadifricación, estabilización de metales corroídos, consolidación, etc.

Y por **restauración** entiende:

"Todas aquellas acciones aplicadas de manera directa a un bien individual y estable, que tengan como objetivo facilitar su apreciación, comprensión y uso. Estas acciones sólo se realizan cuando el bien ha perdido una parte de su significado o función a través de una alteración o un deterioro pasados. Se basan en el respeto del material original. En la mayoría de los casos, estas acciones modifican el aspecto del bien", (ICOM, 2008)

Dentro de estas acciones se sitúan, por ejemplo, la reintegración de policromía, el ensamblaje de un objeto roto o la reintegración de elementos perdidos. En colecciones de Historia Natural estas acciones

podrían extrapolarse a la reconstrucción de miembros perdidos o la recuperación cromática de ejemplares decolorados.

Por otro lado, conviene considerar las definiciones de la Norma UNE-15898:2011, desarrollada por el Comité Técnico de Normalización CEN/TC 346 europeo sobre el patrimonio cultural tangible, pero respetando sus aspectos intangibles. Éstas parten de la terminología establecida en la C. de Venecia, la de Burra, y las definiciones adoptadas por el ICOM en su reunión de Nueva Delhi de 2008. La norma define la **conservación curativa** como: "acciones aplicadas directamente sobre un bien para detener el deterioro y/o limitar lesiones o daños", y la **Restauración**: "acciones realizadas sobre un bien estable o estabilizado, destinadas a mejorar su reconocimiento, comprensión y/o uso, dentro del respeto a su interés patrimonial (Nota: integración de todos los valores asignados a un bien) y a los materiales y técnicas utilizados."

#### 16.1.4 Posturas actuales en restauración de especímenes naturalizados

---

Como ya se ha explicado en el tema 5, las colecciones de historia natural se pueden clasificar de distintas maneras. Atendiendo a la clasificación de la función de la colección, se distinguen entre colecciones de exhibición (donde se sitúan los especímenes naturalizados<sup>584</sup>) y colecciones de investigación<sup>585</sup>.

Existe una conciencia común de que los protocolos de actuación para las colecciones de investigación y las de exhibición están diferenciados.

En las primeras, la restauración no se recomienda, tan solo se permiten realizar operaciones de estabilización para evitar la disgregación de los especímenes (Barreiro, 2003) ya que cualquier intervención podría interferir en los resultados de los estudios en los que el espécimen en cuestión esté implicado.

Respecto a las segundas sí se contempla la restauración (Barreiro, 2003).

Pero algunos autores refieren distintas categorías de especímenes montados que van a determinar los tratamientos que se pueden efectuar.

Así, Jack Thiney (2002) señala que el espécimen naturalizado se caracteriza por presentar tres dimensiones: **la científica**<sup>586</sup>, **la histórica**<sup>587</sup> y **la museológica**,<sup>588</sup> y en cada espécimen predomina uno

---

<sup>584</sup> Los ejemplares montados suelen tener poca información asociada y en general se han empleado métodos de preparación que los inutiliza en algunos campos de estudio científico, pero algunos son ejemplares tipo, representan animales ya extintos o tienen alguna peculiaridad que los hacen únicos y muy valiosos para la investigación. (Barreiro, 2003)

<sup>585</sup> Las operaciones de conservación que se realicen sobre éstas deben estar muy documentadas (Barreiro, 2003).

<sup>586</sup> El espécimen científico porta una información indispensable para un investigador. Debe suministrar información del orden biométrico, morfológico, o biogeográfico y los datos del colector. El grado de intervención aplicado a esta categoría será mínimo. Además, deben conservarse los datos adjuntos como etiquetas o inscripciones. Las restauraciones se limitarán a limpiezas y a aquellas tareas que contribuyan a la solidez y perennidad del espécimen. Las restauraciones acometidas deben ser reconocibles, de manera que no exista la confusión sobre qué es original y qué no. La integridad científica debe ser privilegiada. No se realizan sobre estos especímenes coloraciones, teñidos, no se aportarán materiales extraños ya sean naturales o artificiales (Thiney, 2002).

de estos tres aspectos. Amandine Pequignot, por su parte, señala que la restauración de un animal naturalizado debe tener en cuenta el testimonio plural del objeto que comprende la vertiente técnica<sup>589</sup>, museológica<sup>590</sup> y científica<sup>591</sup> del mismo (Pequignot, 2000). A este respecto señala:

¿Es preciso corregir estos errores científicos que no podrán ser expuestos al público o explotados por los científicos, o se les debe conservar tal cual-incorrectos-pero ricos de sentido para la historia?. El hecho de privilegiar un rol en particular, será desgraciadamente dependiendo de los otros dos (Pequignot, 2000, p. 57).

Por ello Thiney señala que establecer la vertiente científica, histórica y museológica determinará el tipo de restauración que se va a efectuar, eligiendo un tipo de intervención en función de la preeminencia de uno de estos aspectos. (Thiney, 2002).

Por ello, el restaurador debe estar muy documentado sobre la naturaleza y el origen del espécimen para realizar una restauración adecuada y debe trabajar mano a mano con el conservador de la colección (Thiney, 2002).

El problema de realizar esta categorización, que por otra parte resulta muy útil, es que el espécimen que no es histórico lo será para las generaciones venideras y el que no es científico lo será dada la rápida destrucción de la naturaleza que se está produciendo, la evolución en los sistemas de estudio y análisis, y la posibilidad de asociar documentación existente respecto al espécimen que antes no poseía. Por ello, desde esta tesis se propone la necesidad de hacer converger las tres vertientes y tratar los diversos aspectos que se plantean como una unidad.

Recogiendo las palabras del propio Jack Thiney:

Toda intervención efectuada sobre un espécimen, aunque sea superficial, comporta un riesgo potencial de alteración (un desplazamiento de una pieza de un lugar a otro puede implicar la pérdida de la etiqueta; la eliminación de una peana puede romper la fijación del espécimen, dañando de manera irreversible al objeto (Thiney, 2002, p. 97).

---

<sup>587</sup> El especimen histórico es aquel que en ocasiones no tiene carácter de rareza, ni un origen preciso y tiene un aspecto “irreconocible” respecto a la especie que representa, pero que por su antigüedad constituye un ejemplar muy valioso porque es un reflejo de las técnicas pioneras de la taxidermia. Algunos, además, tienen un alto valor científico como los ejemplares tipo (Thiney, 2002).

Al contrario de las opciones elegidas concernientes a los especímenes museológicos, en este caso no se busca la apariencia del ser vivo que representa el objeto sino la restitución del aspecto que tenía cuando se concibió, como un testimonio de su época de creación. Con el fin de mantener el carácter original del espécimen se intervendrá de manera puntual, limitándose lo más posible a las zonas concernientes a los deterioros y dice que el restaurador se inspirará en las técnicas de la época así como en los materiales utilizados (Thiney, 2002).

<sup>588</sup> Los protocolos de restauración sobre especímenes museológicos deben tener el carácter estético de estos montajes y deberán aplicarse todos los medios para recuperar su aspecto original. El restaurador puede incorporar resinas, elementos extraños, ya sean naturales, como pelos, o artificiales por medio de moldes. El uso de tintes (colorantes), pinturas y/o trampantojos se utilizarán sin restricciones. Los dioramas se deben considerar como un todo, formando parte integral del espécimen (Thiney, 2002).

<sup>589</sup> La diversidad de estilos de preparación es un aspecto fundamental para dibujar la historia de la taxidermia (Pequignot, 2000).

<sup>590</sup> Las presentaciones de especímenes son el reflejo de diferentes conceptos que han marcado a la comunidad científica y la Historia de las Ciencias Naturales.

<sup>591</sup> A nivel científico, los especímenes ya desaparecidos son las únicas huellas que permiten conocer y estudiar la especie (enseñanzas biogeográficas, moleculares, etc.). (Pequignot, 2000)

Actualmente en la restauración de especímenes montados se podría decir que hay dos vertientes y criterios diferenciados.

Un sector de taxidermistas y algunos conservadores de colecciones de Historia Natural contemplan criterios más similares a las ideas intervencionistas de Violet Duc. En ellos prima la utilidad y la recuperación del aspecto correcto e ideal, frente a la historicidad.

Podemos poner como ejemplo de la restauración estilística en taxidermia, la intervención en un animal naturalizado, con poco pelo, como un elefante o un rinoceronte deteriorado, que presente múltiples grietas y calvas: se considera más práctico y viable recubrir todo el cuerpo con pintura (antiguamente óleo, y acrílico en la actualidad, buscando con este último la rapidez de ejecución y la reversibilidad del tratamiento), que reintegrar volumétrica y cromáticamente cada falta sin invadir el original; o por ejemplo, en un pico con faltas en la policromía, que se pinta entero.

Otro ejemplo, es la situación referida por Jaroslav Bášta en su artículo "Como animales disecados" (2012)<sup>592</sup>; frente a la necesaria reposición o sustitución de un ojo perdido o dañado en un animal naturalizado, plantea que es mejor sustituir los dos, ya que es más difícil hacer concordar el ojo nuevo con su compañero antiguo. Esto plantea un problema ético: para facilitar el trabajo de restauración, se elimina una parte integrante del objeto, (tanto si ésta es original como si se trata de una restauración antigua), sin una razón justificada, como sería poner en peligro la integridad del objeto.

Otro criterio proviene de restauradores de otro tipo de colecciones (objetos etnográficos, de colecciones de historia natural, etc.) y algunos conservadores. Se fundamenta en los criterios y recomendaciones estipulados a nivel internacional por diversos organismos responsables en materia de conservación, como el ICOM-NATHIST <sup>593</sup>, con intervenciones más respetuosas donde prima la reversibilidad y la mínima interacción con el espécimen, cuya idea estaría más próxima a la mínima intervención o los criterios de la restauración científica. En opinión de la autora de la presente tesis doctoral, esta es la más acertada, pero se deberían poder atender las peticiones de las diversas comunidades implicadas y acomodar la primera a esta segunda.

Santiago Aragón hace referencia a que "cualquier intervención que se haga sobre un ejemplar de valor histórico no debe tratar de devolverlo a su condición original ni restaurar sus valores estéticos, sino preservarlo simplemente en las mejores condiciones posibles" (Aragón, 2005, p. 37). Esto debería ser aplicable a todos los especímenes naturalizados.

Respecto a este problema, se pueden citar dos tipos de intervención que responden a cada uno de los criterios planteados:

En el primer caso, Rex Merchant, taxidermista y restaurador, refiere que "una nariz deformada se puede reparar fácilmente limando las protuberancias evidentes y llenando las arrugas con cera de abeja" (Merchant, 2005, p. 27). En el segundo supuesto, para responder a las necesidades de realismo en la exhibición de los dioramas planteadas en el Museo de Historia Natural de Nueva York, se superpone una prótesis sintética sobre el hocico deformado de un jabalí; esta es adherida únicamente

---

<sup>592</sup> El título original en checo es *Jak na vycpaniny*.

<sup>593</sup> Ethics Working Group of the International Council of Museums International Committee for Museums and Collections of Natural History.

en el perímetro, sin afectar ni dañar al hocico original (Sybalsky, Elkin, Levinson, Nunan y Palumbo, 2012). Este último caso se verá más detalladamente en el capítulo dedicado a la restauración.

En el primer supuesto se daña el hocico original, en el segundo se conserva esta región, manteniendo intacto el objeto, y ambas intervenciones responden a una intención estética, pero la segunda implica la salvaguarda de la historicidad y materialidad de la pieza, aunque oculta en este caso.

#### **16.1.5 ¿Intervención arqueológica, mínima intervención, o reconstrucción total?**

---

En la restauración de colecciones artísticas se consideran estas tres modalidades, que serían similares a las categorías de intervención planteadas por Jack Thiney, en las que la intervención arqueológica correspondería a aquellas aplicadas a las colecciones científicas, la mínima intervención a las históricas y la reconstrucción total a la museística.

En una obra de arte expuesta en un museo, generalmente impera la mínima intervención en las operaciones de Conservación-restauración, con la intención de interferir poco o nada sobre la fisionomía y naturaleza material de la obra. En este sentido, el decálogo del Ministerio de Cultura español establece: "Sólo se recurrirá a la reintegración cuando sea necesaria para la estabilidad de la obra, o de algunos de sus materiales constitutivos" (MCU, 2007); sólo se hace con fines conservadores, dándole gran importancia a su historicidad (todo lo acontecido sobre ella con el paso del tiempo, incluyendo restauraciones, deterioros, etc.). En las Colecciones de Historia Natural a lo anterior se suma, cómo ya se ha mencionado, que muchas de estas piezas son objeto de estudio (ADN, morfología), o son especialmente valiosos para la conservación de la naturaleza como los ejemplares tipo, etc.).

Pero, por otro lado, hay que tener en cuenta el impacto que causa en el público ver un animal mutilado, con un color diferente al natural, etc., ya que un animal naturalizado reproduce o simula a un ser vivo con la mayor fidelidad posible (incluso se le reproduce en actitudes y entornos naturalistas). En definitiva, un animal mutilado hace presente la muerte, que es lo contrario a la intención de la taxidermia "la representación de un ser vivo". Podemos comparar éste caso con lo que ocurre con las imágenes de culto. ¿Qué siente un fiel cuando adora una imagen que le faltan los dedos, o un brazo?. En estos casos sí se permite la reconstrucción. Por ello hay que tener en cuenta también la utilidad del objeto.

Por todo esto, nos planteamos ciertas preguntas ¿Se debe reconstruir las partes perdidas, disimular las grietas, simular el color de un animal vivo o al menos cómo lo planteó su autor?.

#### 16.1.6 Recomendaciones del Ministerio de Cultura español (MCU): Decálogo de la restauración en Bienes Muebles

---

Aunque en el capítulo dedicado a la legislación se hará referencia a las normativas de obligado cumplimiento (precepto legal) en materia de conservación y restauración aplicables a los especímenes naturalizados, se mencionan aquí las recomendaciones del decálogo del Ministerio de Cultura Español que no es una Ley en este sentido, pero que se hace eco de las principales y más influyentes recomendaciones internacionales actuales: C. de Atenas y sobre todo, C. de Venecia (arqueología y arquitectura), y C. Restauro (B. muebles e inmuebles, arqueología), aunque habría que ver su validez pues aquí se está tratando un objeto científico y artístico a la vez (yo creo que en muchos aspectos sí son trasladables o aplicables).

Los principios más generales y básicos que establece son: necesidad de estudio, análisis y diagnóstico del objeto, documentación de todas las operaciones que se efectúen, colaboración e investigación interdisciplinar (equipos formados por científicos –en este caso biólogos, conservadores, químicos, entre otros-, historiadores del arte, restauradores de diferentes especialidades con conocimientos también de taxidermia, taxidermistas), atenerse al principio de mínima intervención y ceñirse a lo estrictamente necesario para la estabilidad y comprensión del objeto, respetando las adiciones históricas, siempre que éstas no supongan un riesgo para la conservación del espécimen. Finalmente, también se prescribe seguir los principios fundamentales de la conservación, que se plantean en todas estas normativas: reversibilidad de las intervenciones, reconoscibilidad de lo restaurado (pero integrado armónicamente con el original), empleo de materiales estables y compatibles con los originales, pero diferentes, a fin de poder distinguir la parte restaurada y facilitar la reversibilidad, y la legibilidad. (MCU, 2007)

#### 16.1.7 ¿Cómo aplicar estos preceptos a las colecciones naturalizadas?

---

Los principios básicos y comunes para todas las intervenciones (consolidaciones, reintegraciones, etc.) que se deben contemplar son:

- ❖ Reconoscibilidad
- ❖ Compatibilidad de materiales pero diferentes.
- ❖ Reversibilidad
- ❖ Legibilidad

Se pueden realizar ciertas consideraciones respecto a las colecciones montadas:

##### **Reconoscibilidad**



Cuando hablamos de reconocibilidad nos referimos a poder identificar los elementos que no son originales, sino añadidos por el restaurador. Hoy en día es necesario determinar si el añadido debe ser reconocido a simple vista o contamos con las herramientas necesarias para poder discernir una intervención. Por ejemplo, muchas resinas y materiales presentan una determinada fluorescencia bajo luz UV o ninguna, pudiendo ser fácilmente reconocible con esta fuente lumínica. Pero, como ya se ha indicado, la radiación UV es uno de los grandes enemigos de las colecciones de historia natural y, por ello, este recurso se debe utilizar en muy contadas ocasiones. Por ello, se debería buscar otras formas de reconocibilidad o apoyarla a través de otros medios.

A este respecto, la Sociedad para la Preservación de Colecciones de Historia Natural (SPNCH) planteaba dejando claro el papel tan importante que juega la documentación de la intervención en la reconocibilidad:

No es ético modificar u ocultar la verdadera naturaleza de un espécimen o artefacto a través de la restauración. La presencia y la magnitud de la restauración deben ser detectables, aunque no tiene que ser visible. Métodos y materiales utilizados deben estar completamente documentados (SPNHC, 1994, capítulo II. Objetivos, apartado E).

### **Reversibilidad**

En algunos casos, mantener el principio de reversibilidad es imposible de cumplir, porque prima la integridad material de la obra, o porque cualquier material por muy reversible que sea penetra en el original y para eliminarlo han de emplearse disolventes u otros productos que, en muchas ocasiones, pueden crear un mal mayor. Por ejemplo, puede citarse el agua, en caso de emplear un tinte al agua en un animal decolorado. Por ello, los restauradores, siendo conscientes de este problema, en muchas investigaciones abordan el principio de reversibilidad cambiando el concepto por el requisito de retratabilidad, como se irá viendo. Así, de esta manera, en caso de consolidar un artefacto mediante la impregnación con un consolidante, extraer dicha sustancia del objeto será prácticamente imposible, pero esta operación debe permitir futuros tratamientos similares. Estos productos pueden cambiar por completo la naturaleza del objeto, por lo que hay que sopesar muy bien si estas operaciones son realmente necesarias.

Hoy en día muchos restauradores de colecciones de taxidermia hacen hincapié en la necesidad de emplear tratamientos que aunque sean menos eficaces aseguren lo más posible la reversibilidad (Geller-Grimm y Zenker, 1999) y la mínima intervención en contraposición con los tratamientos empleados en el pasado (Lingle y Singleton, 2011).

### **Legibilidad**

En algunos casos es difícil determinar qué es legible, porque se trata de un animal reproducido, no original ya que lo único original en la mayoría de los casos es una piel informe sobre una forma reproducida de manera artificial; tampoco es una copia propiamente dicha, ni una escultura simplemente. ¿Entonces, el principio de reconocibilidad y legibilidad debe ceñirse a la obra realizada por el taxidermista?. Porque, ¿cómo determinar cuál es el original: la imagen del animal vivo o la reproducción que tenemos delante?. ¿Es lícito entonces retrotraernos a la fotografía del animal vivo para reproducir la obra siguiendo los preceptos y recomendaciones dadas por ejemplo por el

Ministerio de Cultura.<sup>594</sup> Dada la categoría indefinida de los especímenes naturalizados, en muchas ocasiones no se posee documentación sobre ellos y, para hacer las restauraciones, se recurre a la imagen de otros animales de la misma especie. A este respecto, por un lado se estarían incumpliendo los preceptos y recomendaciones dadas por las instituciones en materia de conservación, ya que se estaría cayendo en la formulación de hipótesis, siendo este tipo de intervención más cercana a las propuestas de Violet le Duc. Pero las colecciones de historia natural presentan otro aspecto: Un espécimen es único (en este caso el ejemplar montado) pero es un representante de su especie. (Heins, 2000, citado por Lindsay, 2008) Según esta cuestión sí sería legítimo recurrir a otro tipo de documentación.

Podemos recurrir también a las palabras de Giovanni Pietro Bellori (1613-1696), anticuario, escritor y bibliotecario de la reina Cristina de Suecia, donde en su obra "Vite de Pittori, Scultori ed Archietti modrni" de 1672, defiende la intervención imitativa considerándola lícita ya que permite transmitir el mensaje de la obra (Macarrón, 2002, p. 123).

Pero aunque dichos conceptos sean confusos, contradictorios y rebatibles, existen intervenciones no especialmente afortunadas, por ejemplo, porque se le haya dado una capa de pintura con aerógrafo demasiado densa que cubra toda la forma y textura de la piel, o una capa de barniz muy saturada que produzca brillos excesivos, pareciendo dichos animales como plastificados. Pero, a veces, estos elementos son originales, realizados por el artista y hay que respetar su intención, aunque no la compartamos o no nos guste, según determina la Ley de Propiedad Intelectual que se verá en el capítulo dedicado a la legislación.

En el supuesto por ejemplo de un pato al que le faltan los ojos, sabiendo que fue concebido con ellos porque tiene el hueco para albergarlos, pero que se los han retirado, seguramente para colocárselos a otra naturalización "mejor valorada", ¿podemos ponerle ojos, si no disponemos de fotografías o dibujos que muestren cómo era antes del deterioro, pero sabiendo a qué especie y género pertenece?

Otro tema a plantear aquí sobre la legibilidad es que un espécimen montado al que le falta un fragmento de piel o de oreja por ejemplo, no sé ve como un objeto con un "trozo" faltante, sino como un animal herido. Es importante no dejar de lado la función de un animal montado, recordando la diferencia existente entre la naturaleza y función de una momia y una naturalización respecto a la intencionalidad que se da en dicha conservación: Una momia es lo que fue un ser vivo pero se conserva cómo un muerto para que viva en la otra vida; no importa tanto el aspecto que tenga porque se tiene claro que es un muerto, y el cuerpo es un contenedor; un animal naturalizado representa a un animal vivo, en posturas de animal viviente y su finalidad es la de simular que está vivo.

Quizás también deberíamos plantearnos cuestiones como que no es lo mismo un daño extrínseco que uno intrínseco. Una grieta no es propia de un animal vivo, un arañazo sí. A un animal le puede faltar una parte de la oreja, porque puede haberla perdido en una pelea pero no una pata, porque en la naturaleza no sobreviviría.

---

<sup>594</sup> "Siempre que sea posible, se recurrirá a cualquier documento, gráfico o escrito, que aporte datos fidedignos del aspecto original de la obra" (MCU, 2003, p. 2)

A este respecto también se puede hacer referencia a los cánones de belleza; un retrato de una señora con los brazos muy cortos, si no es exagerado, pensamos que está mal pintado, mal encajado. Esto es debido a que asociamos la figuración con ciertos cánones ideales o estereotipos establecidos en base a la normalidad (o generalidad). Para hacer una caricatura se exageran mucho éstos defectos. Podemos encontrar un animal albino en la naturaleza, pero ¿sobreviviría en éste entorno?. Aunque puedan existir excepciones o rarezas, malformaciones, etc., ¿estamos acostumbradas a ellas?. Se puede representar un ave sin un ala andando por el suelo, pero no se puede representar a un ave volando al que le falta un ala porque sería una incongruencia, la necesita para volar. Hay que tener en cuenta también estos factores a la hora de hacer una intervención.

El enfoque que se produce respecto a la restauración en los museos de arte o patrimonio cultural de los objetos, conservando toda su dimensión técnica e histórica, es muy reciente en los museos de ciencias. Las restauraciones a menudo están a cargo de taxidermistas, que aplican técnicas intervencionistas buscando más la representación "correcta del objeto" como un sinónimo de conservación. Como señala Amandine Pequignot, "La restauración a menudo no se refiere ya al estado de conservación del objeto sino a la representación de éste" (Pequignot, 2000, p. 57).

En ocasiones como ya se ha visto, el espécimen ha tenido un montaje incorrecto: se han utilizado ojos con colores inapropiados (respecto a la especie que representan), posición y un coloreado de ciertas partes del cuerpo erróneo, etc. "Esta concepción de error es subjetiva y está ligada a los conocimientos de una época" y de los avances en los estudios zoológicos y son testimonios de ese momento histórico. (Pequignot, 2000).

De esta manera, actualmente, en consonancia todavía con las tendencias de las escuelas decimonónicas, hay quien postula por conservar la historicidad de la pieza aún a costa de la exactitud de su representación y quien se decanta por una representación y presentación más acorde con su funcionalidad concebida para instruir en el conocimiento y respeto a la naturaleza, exigiendo una fidelidad representativa.

### **Compatibilidad de materiales**

Es fácil determinar la compatibilidad de los materiales empleados en labores de conservación-restauración con el espécimen: cualquier material que no degrade el objeto original y que sufra un proceso de deterioro similar. Pero a veces esto es difícil de determinar porque la obra está constituida por componentes tratados con diferentes productos para ampliar su rango de resistencia al deterioro. Y, en estos momentos, existen escasos estudios a este respecto. Cualquier sustancia biológica sin tratar es muy atractiva a las infestaciones biológicas, así como a rangos extremos de humedad y temperatura, incluyendo también sus fluctuaciones, u otros factores de degradación. Pero una vez tratados con curtientes, productos desinfectantes, etc. su comportamiento varía radicalmente. Además, el conservador se encuentra con una infinidad de materiales empleados también para reproducir elementos similares (lenguas hechas con madera, corcho, cera, escayola, resinas, aplicación de barnices y pinturas de diferentes clases a los picos, patas hocicos, pezuñas, etc.). Así que en estos casos debemos ceñirnos durante la intervención lo más posible al espécimen que tenemos en tratamiento. Esto pasa por una buena diagnosis y documentación.

Una de las dudas que se plantea es si utilizar elementos de la misma especie (plumas, piel, etc.), por las posibles confusiones a nivel científico<sup>595</sup> y técnico <sup>596</sup> que se podrían generar. Por otro lado a veces es difícil reproducir ciertos materiales o morfologías y fisonomías determinadas con elementos de naturaleza y forma diferentes, por problemas técnicos, costes económicos y de tiempo, que a veces un Museo no se puede permitir (bajo presupuesto o falta de tiempo porque la pieza se va a exponer “inminentemente”).

#### **16.1.8 Metodología de conservación: pasos a seguir**

---

Muchos autores plantean que antes de realizar una intervención debemos cuestionarnos qué hay que considerar a la hora de intervenir. Entre otros temas estaría el conocimiento del objeto, su significado, las cuestiones culturales, y la naturaleza de los daños.

Tras este primer planteamiento debemos formular los niveles y criterios de intervención.

Jack Thiney (2002) sugiere que, en primer lugar, se debe clasificar el espécimen a intervenir en una de las tres categorías mencionadas: espécimen científico, museológico o histórico. Esta categorización, como ya se ha indicado, resulta problemática, ya que condena a una clase de especímenes a restauraciones muy invasivas.

Posteriormente, señala este autor, se deberá realizar una diagnosis haciendo un inventario de los deterioros, como ya se ha comentado y consultando la ficha de intervención, referente a los trabajos de restauración efectuados con anterioridad, buscando las posibles causas de las alteraciones sufridas. No solo el tipo de deterioro va a marcar las actuaciones de restauración, sino también la técnica y tratamientos empleados en la naturalización, la variedad de materiales, tanto orgánicos como inorgánicos que han de conservarse en conjunto<sup>597</sup>, o el alcance de los daños. Con toda esta información se definirá un protocolo de restauración (Thiney, 2002).

Se deben aprovechar las tareas de restauración para recopilar la mayor información posible de zonas del animal que de otra manera no son accesibles, como en el caso de especímenes de gran tamaño (Thiney, 2002) o aquellos expuestos en vitrinas.

La ficha de restauración del espécimen deberá ser completada después de la intervención y ha de contener los siguientes datos (Thiney, 2002):

- Nombre científico del espécimen, sexo, situación en el museo.
- Medidas del ejemplar.
- Fecha de intervención.

---

<sup>595</sup> Por ejemplo en estudios taxonómicos y genéticos.

<sup>596</sup> Algunas restauraciones en el pasado han podido emplear materiales naturales similares a los del original dificultando la identificación y por tanto alterando su información histórica y científica.

<sup>597</sup> Cada tipo de material requiere unas condiciones de conservación y restauración particulares pero sin dañar o desequilibrar el conjunto

- Enumeración y descripción de alteraciones, textual y gráficamente, sirviéndonos de un mapa de daños para situar los mismos.
- Establecimiento de un diagnóstico revelando las causas de estas alteraciones.
- Descripción de los trabajos realizados.
- Lista completa de los materiales utilizados: marca de fábrica y cantidad utilizada.
- Descripción de otros materiales aportados como pelos y prótesis y moldes (añado yo).
- Evaluación del tiempo de trabajo.
- Descripción de los medios contemplados para evitar que estos daños se reproduzcan (medidas de mantenimiento y conservación preventiva).

### 16.1.9 La restauración en el MNCN

---

Como ya se ha ido viendo a lo largo de esta tesis, dentro de las funciones de los disecadores del Museo se encontraba la de restaurar los especímenes que estaban deteriorados.

En este sentido, se puede citar la convocatoria para puesto de disecador de 1857 (Colección legislativa de España, 1857, vol. 72 2º Trimestre, Cap. VIII, p. 88-90), en la que se reflejan las siguientes tareas a desempeñar:

En el Art. 51:

- 1º. Es obligación de los disecadores, preparar, embalsamar y disecar los ejemplares biológicos que se le entreguen con este objeto.
- 2º. Revisar mensualmente las Colecciones y hacer las reparaciones que sean necesarias.
- 3º. Cuidar de la conservación de las pieles y esqueletos que se les entreguen.

Debido a los daños causados por la polilla, una de las actividades recurrentes en los partes semanales del laboratorio de disecación era la reparación de especímenes. Como ejemplo, en 1870 se apremia a Sánchez Pozuelo para que elimine un toro disecado apolillado que ponía en peligro al resto de la colección (Aragón, 2014).

Años más tarde de esta convocatoria, los disecadores seguían desarrollando esta función: Sanz de Diego, el disecador primero, solo se ocuparía del arreglo de las colecciones de vertebrados, sobre todo de la limpieza de los animales naturalizados y de la reposición de los alcoholes en las colecciones conservadas en fluido (Aragón, 2014).

Por ello, como ya se ha comentado a lo largo de esta tesis, muchos especímenes han sido intervenidos en numerosas ocasiones, existiendo algunos registros vagos y se desconoce, realmente los tratamientos empleados.

Hay que recordar que el taxidermista más disciplinado a este respecto, con sus partes semanales era Juan Ramón Dut, en los que reflejaba las intervenciones hechas en las colecciones, pero estos datos no son suficientes para saber qué metodologías y materiales se utilizaban.

Este tipo de intervenciones respondían al sentir de la época y se aplicaban tratamientos acordes con ella. De hecho, las palabras utilizadas eran “reparar”<sup>598</sup> o “habilitar” entre otros sinónimos.

En la restauración realizada por Taxidermia Garoz de 2008-2010 se refleja la existencia de intervenciones antiguas, pero no se especifica cuáles, ni hay registros fotográficos, sólo se aporta una idea general. De hecho, en todos los especímenes se hace referencia a los mismos deterioros y tratamientos:

---

<sup>598</sup> A este respecto la UNE da una definición de estos términos que los diferencia de restaurar: Como reparación entiende “Acciones aplicadas sobre un bien o sobre una parte del mismo para recuperar su funcionalidad /o aspecto”. “Nota 1: La reparación solo es una acción de restauración si respeta el interés patrimonial y se basa en evidencias” (Normas UNE, AENOR, p. 15).



- Respecto a mamíferos naturalizados:

Actuaciones anteriores:

Se observa gran cantidad de polvo tanto en el pelo del animal como en su base o rama. En las partes esentas (sic) de pelo tiene aplicado ceras y óleo. La piel tiene grandes grietas debido a su curtición y el paso de los años.

Tratamiento:

Limpiado el polvo con aire a presión regulada. Pelo limpiado en seco con espuma, secándolo (sic) con aire frío. Se sustituye la cera anterior y grietas tapadas con masilla epoxy. Se limpia los restos de pintura al óleo. Los desperfectos se pintan con acrílico.

Productos utilizados:

Masilla epoxy de dos componentes. Espuma seca. Limpiador y abrillantador de superficies vinílicas y plásticas (sic). Pinturas acrílicas para bellas artes. Disolventes y acetonas. Acetato de polivinilo.<sup>599</sup>

Esta descripción está reflejada en un total de 332 especímenes.

- En referencia a las aves:

Actuaciones anteriores:

Se observa gran cantidad de polvo tanto en la pluma como en su base o rama. En las partes exentas de pluma tiene aplicado ceras y óleo. La piel tiene algunas grietas debido a su curtición y el paso de los años.

Tratamiento:

Se separa el animal de su base o rama. Se limpia el polvo con aire a presión regulada. La pluma se limpia con algodón empapado de acetona. Se sustituye la cera anterior que está en las grietas por masilla epoxy. Se limpia los restos de pintura al óleo. Se corrige los alambres de las patas por nuevos alambres galvanizados o varillas roscadas. Se coloca la pluma adecuadamente. Se pinta el pico y las patas con pintura acrílica manteniendo sus colores originales. Se abrillanta todo el espécimen (sic). Se pinta su peana.

Productos utilizados:

Acetona. Masilla epoxy de dos componentes. Masilla de poliéster (sic). Termocola. Limpiador y abrillantador de superficies vinílicas (sic) y plásticas (sic). Pinturas acrílicas para bellas artes. Acetato de polivinilo (Garoz, 2010, registro 1-1739).

El haber eliminado las restauraciones anteriores sin la documentación requerida, significa una pérdida de historicidad del espécimen, y en muchas piezas va a complicar las actuaciones de datación, debido a la dificultad añadida para determinar qué partes pueden ser originales por la eliminación de esta información.

---

<sup>599</sup> Información facilitada por la Conservadora de la Colección de Mamíferos “Elena López Errasquin” de la Base de datos facilitada por Taxidermia Garoz en 2010.

El informe de intervención proporcionado por Taxidermia Garoz, dentro de lo que hasta ahora se había encontrado en referencia a los tratamientos de restauración, es una buena aproximación, ya que como se ha comentado hasta entonces no se reseñaban las restauraciones realizadas; pero aún resulta insuficiente.

La base de datos es una muy buena opción para presentar las restauraciones hechas en un número tan extenso de especímenes, pero se debería haber especificado el tipo de deterioro de cada espécimen, con mapas de daños inclusive, (señalando la zona del daño y la tipología) y las intervenciones hechas en cada uno (apoyado de imágenes del proceso y de detalle que se echan en falta, ya que tan solo aparece una imagen de la obra antes de la intervención y otra después de la misma, que además están realizadas con una iluminación distinta y sin emplear elementos de apoyo, como una carta de color para hacer un buen registro cromático).

Por otro lado, los productos que se presentan se repiten en todos los especímenes y no se especifica para qué se han utilizado, tampoco las proporciones ni marcas comerciales (cada tipo de producto con su patente presenta unas propiedades y cualidades específicas diferentes a otro); no es suficiente, por tanto, indicar pintura acrílica para conocer la composición exacta de la misma.

Seguramente, el bajo presupuesto dado por la institución para desarrollar estas tareas, propició la falta de rigurosidad en dicho informe de intervención y, además no se pudo destinar el dinero necesario para realizar una intervención más adecuada, produciéndose las denominadas restauraciones de riesgo, que ya han sido comentadas.

En el pliego de intervención solicitado por la Conservadora de la Colección de Aves y mamíferos, Josefina Barreiro, se detallaban los requisitos que debía cumplir dicha intervención, realizando la conservadora un gran esfuerzo por sentar unos criterios que aún no habían no han sido descritos, recogiendo la experiencia de intervención de otras colecciones (Ver Anexo).

Estas recomendaciones no fueron seguidas por las razones que han sido expuestas con anterioridad.

Se debe recordar que sólo existen dos colecciones que posean un laboratorio de restauración, la de paleontología y la de documento gráfico.

Por ello, salvo en el caso de las colecciones anteriores que son intervenidas por restauradores especialistas, las restauraciones en especímenes montados han sido efectuadas por los propios taxidermistas, preparadores y por los biólogos conservadores del museo, conocedores de las técnicas de preparación empleadas, aunque también son encargadas fuera de la institución.

Cómo ya se ha señalado en el capítulo dedicado a los deterioros que sufren este tipo de piezas, una de las restauraciones más "emblemáticas" fue la de la jirafa naturalizada por los hermanos Benedito que hoy se expone en el Museo realizada en el año 2002. En primer lugar se retiró la piel, ya que el interior de escayola estaba muy deteriorado. Para quitar la piel fue necesario deshacerse de una restauración del propio Benedito que había realizado al naturalizar el animal, ya que en el lomo le faltaba piel para cubrir toda la escultura y aplicó una capa de adobe<sup>600</sup> en este hueco sobre la que pintó con óleo imitando los dibujos de las pieles de las jirafas. La piel de la jirafa se encontraba muy

---

<sup>600</sup> Barro mezclado generalmente con paja, y hasta con estiércol. Pero no lo considero imprescindible.

deteriorada, por lo que no se pudo volver a colocar y se guarda en los almacenes, como piel de estudio.

Por ello, la jirafa se expone mostrando parte de la escultura y solo conservando la piel en la cabeza y parte del cuello. Hoy en día, los nuevos criterios desarrollados en materia de conservación-restauración de especímenes naturalizados desaconsejan desmontar la piel de sus modelos, ya que como se ha comprobado posteriormente, es muy difícil volver a montarla, y se cambia la esencia de la pieza, además de constituir una intervención muy invasiva e irreversible, al igual que ha sucedido con las momias en las cuales ya no se retiran los vendajes ni otros elementos envolventes como fardos funerarios.

Pero esta intervención fue realizada por una restauradora de escultura siguiendo los principios de la época, y esto se reflejó también en la realización de un buen informe de restauración.

Durante la década de los 80 del siglo XX, algunos arreglos los hacía Jesús Juez, un discípulo de Ángel Chad que volveremos a citar un poco más adelante.

Entre estas restauraciones se encuentra la de una cría de elefante realizada por Luis Benedito en 1930 (nº inventario 4171). Ésta pieza se encontraba ubicada en la Dirección del Museo. Con el director Pere Albert se retiró el elefante. Éste se encontraba en una vitrina (la que ahora ocupa el lobo), que tenía ruedas y se iba trasladando de lugar en función de las necesidades expositivas. Así mismo, dicha vitrina se utilizaba para albergar otras piezas en distintas exposiciones, así que el elefante era frecuentemente sacado de ella. Estuvo alrededor de 3 o 4 años en ese expositor y se restauró por entonces. Esto da una idea de la vida "ajetreada" que ha tenido el espécimen, con continuos cambios de ubicación y por lo tanto de condiciones hidrotérmicas diferentes, lo que se tradujo posiblemente en la aparición de grandes grietas.

En el año 2014 se procedió a su restauración <sup>601</sup> debido a los daños citados, aunque afortunadamente algunas grietas habían abierto por la zona ya restaurada por Jesús Juez. El presupuesto que tenía la institución para acometer la intervención era ínfimo y se realizó una restauración algo invasiva. Se desconoce el tratamiento aplicado y los materiales empleados, ya que no existe informe de intervención pero, a simple vista, puede constatarse que la reintegración volumétrica invade la piel original, que presenta protuberancias, lo que parece indicar que no se ha tratado la deformación que presentaba. Se desconoce también si se ha realizado una consolidación de la zona de la grieta, o si se ha intercalado una capa protectora entre la piel original y la reintegración. Además, al no imitarse la textura de la zona adyacente, la reintegración disturba la unidad estética general.

---

<sup>601</sup> Se desconoce el nombre de la empresa que realizó la restauración.





**Figura 295.** Cría de elefante realizada por Luis Benedito en 1930. Detalle de los daños en forma de grieta en el lomo



**Figura 296.** Cría de elefante de Luis Benedito de 1930 tras la restauración de 2014. Detalle de la restauración de las grietas con masilla de relleno.

Actualmente, las operaciones de mantenimiento en el área expositiva del MNCN son efectuadas por Juez, que se encarga de reparar algunos ejemplares allí donde le necesiten.<sup>602</sup> Jesús Juez como ya se ha comentado, fue discípulo de Ángel Chad, que a su vez lo fue de los Hermanos Benedito (Pascual, 2007).

Como excepción a las restauraciones realizadas hasta la fecha, pueden citarse algunas intervenciones realizadas en la colección de herpetología por Ángel Blanco y Gema Solís de algunos peces del siglo XVIII, donde se muestra la aplicación de protocolos más respetuosos siguiendo los principios de intervención marcados por las recomendaciones en materia de conservación y restauración y empleando materiales y productos reversibles, estables y respetuosos, que actualmente se están empleando en los tratamientos de especímenes montados, documentando además la actuación y proporcionando datos precisos sobre los productos empleados. (Blanco y Solís, 2014).

---

<sup>602</sup> A Jesús Juez podría aplicársele el apelativo de “manitas”; se encarga tanto de montar un dinosaurio, como de fabricar una vitrina, restaurar especímenes naturalizados, realizar maquetas y dioramas (Pascual, 2007).

### 16.1.10 Conclusiones y propuesta personal en criterios de intervención

Una frase que representa muy bien el problema que se está tratando es aquella idea planteada por Santiago Aragón en su libro *"En la piel de un animal. El Museo Nacional de Ciencias Naturales y sus colecciones de taxidermia"* sobre las inquietudes de Manuel Antón y Ferrándiz (1849-1929) frente a la historicidad de los objetos: "¿Cómo conciliar el peso de la historia, que inevitablemente pasa y ennoblecce, con la más rabiosa actualidad propia de la práctica científica?" (Aragón, 2014, p. 128)

Por todos estos aspectos a valorar es difícil establecer criterios fijos y consensuados de intervención. Pero quizás, pueda realizarse nutriéndose de la experiencia y el desarrollo que se ha producido en otros sectores, sobre otro tipo de objetos artísticos-expositivos.

En esta tesis quieren esbozarse algunas propuestas en materia de criterios recogiendo las inquietudes desde diversas comunidades e intentando aunar las distintas vertientes, desde la necesidad expositiva y de fidelidad biológica, a la vertiente histórica.

Al existir escasos estudios y publicaciones sobre conservación-restauración de especímenes montados, se hace necesario recurrir a aquellas aplicadas en otras colecciones, pero teniendo en cuenta que, como se ha señalado, la taxidermia de aves y mamíferos no es lineal, y ha empleado técnicas y materiales muy diferentes en función de la época, país, tamaño o tipo de animal. Por ello, en ocasiones, los criterios empleados por ejemplo para un murciélago, no serán los mismos que para un elefante. En el primero se podrán aplicar tratamientos derivados de la escultura, o usados en objetos etnográficos, y en el segundo quizás se deberán aplicar criterios más propios de la arquitectura.

Una cuestión importante está resumida en la siguiente expresión "no quitar, solo poner". A grandes rasgos esta frase respondería a las situaciones que se han descrito ya, relacionadas con la supresión de elementos del espécimen porque no cumplen con aspectos biologicistas o porque se facilita la intervención de restauración. La eliminación de elementos y restauraciones debe ser muy meditada, primando la inocuidad de estas operaciones. Si, por ejemplo, la eliminación de una masilla fruto de una intervención anterior va a provocar un daño mayor, simplemente debe tratarse, para integrarla en el conjunto general. Además, como ya se ha indicado, se debe documentar muy bien aquello que se va a retirar. Y mucho más importante es tener una conciencia clara de que **nunca se debe retirar nada que sea fruto de la creación original, a no ser que ponga en peligro el conjunto del espécimen.**

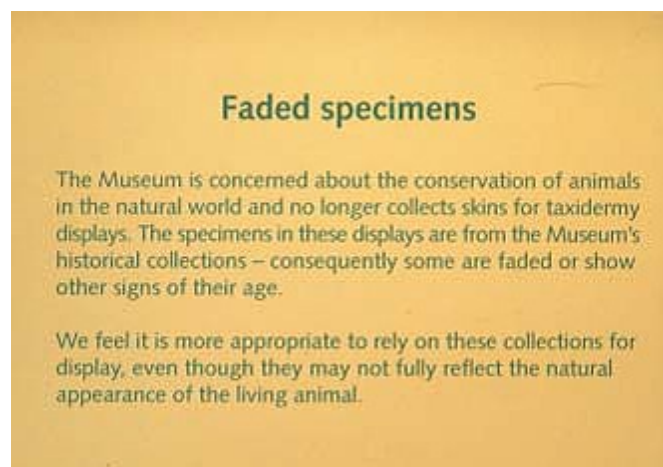
No debe irrumpirse en el original, estucando o pintando más de la cuenta para disimular uniones o reintegraciones. La injerencia sobre el mismo, únicamente debe responder a cuestiones de estabilidad (evitar por ejemplo el colapso de la pieza realizando una intervención estructural) o criterios muy medidos que respondan a valoraciones de otra índole (reconocimiento de la especie, etc.), nunca relacionados con la estética o con el fin de facilitar y agilizar la intervención.

- Aunque la petición actual que se le hace a un restaurador de especímenes naturalizados desde la institución pertinente, es que tenga en cuenta la primacía del carácter didáctico en el resultado final de la intervención, se debe hacer un esfuerzo por cambiar esta mentalidad y poco a poco considerar estas piezas como insustituibles desde su aspecto tanto histórico como científico, de modo que en las



intervenciones prime la nula interferencia con el material original a conservar, en detrimento de sus características estéticas, a no ser que el tratamiento y su reversibilización sea completamente inocuo y reversible. Algunos museos incorporan ya esta inquietud, como el Museo de Historia Natural, "*Natural History Museum*" de Londres que añade en su recorrido expositivo cartelas informativas de este tipo:

Los especímenes en estas exhibiciones son de colecciones históricas del Museo - en consecuencia algunos se desvaneció o muestran otros signos de su edad. (...). Creemos que es más apropiado contar con estas colecciones para exhibición, a pesar de que pueden haber perdido (no reflejen) la apariencia natural del animal vivo. (Poliquin, 2008, p. 125)



**Figura 297.** Cartela explicativa del "*Natural History Museum*" de Londres

CUADRO RESUMEN CRITERIOS		
Tipo y criterio de intervención		
Vertiente estilística	Vertiente mínima intervención o arqueológica	Unificación de ambos criterios
Eliminación de partes originales porque no cumplen los cánones biologicistas	Conservar su historicidad y nunca suprimir o modificar elementos originales	El ejemplo de la superposición del hocico del jabalí sería una buena combinación, pero es más correcto cambiar la mentalidad y aceptar la historicidad de la obra, como fruto de la técnica y de los conocimientos taxonómicos de la época.
Repintado entero de un espécimen (una opción es una intención de mínimo esfuerzo que sería inaceptable y otra, de manera justificada atendiendo a la función del objeto, aceptable bajo ciertas condiciones, como se verá en el capítulo dedicado a la reintegración cromática)	Mantener los deterioros como la decoloración informando de que se trata de especímenes históricos.	Ambas podrían ser aceptables, pero en el caso del repintado, sólo si responde a su funcionalidad y contemplando los aspectos planteados en conservación y restauración como retratabilidad o reversibilidad.
Reposición de elementos faltantes remitiéndonos a imágenes de otros animales de la misma especie	No restaurar/reponer los elementos faltantes	Se pueden dejar estas faltas si no comprometen la estabilidad de la obra y si no interfieren en el mensaje
Emplear elementos de naturaleza similar al original	Emplear elementos de naturaleza diferente al original	Intentar emplear elementos de naturaleza diferente al original; en caso contrario, documentarlo muy bien y buscar la manera de que sean fácilmente reconocibles
Realización de trabajos por los taxidermistas	Realización de trabajos por restauradores especializados o/y por un equipo multidisciplinar en los que se incluiría un taxidermista y un conservador de la colección	Es más adecuada la segunda

En los siguientes apartados de este capítulo se presentarán algunas intervenciones y productos usados en materiales afines, extrapolables a especímenes naturalizados, y otras que ya se han aplicado en éstos, además de complementar un poco más lo ya observado en esta intervención concerniente a criterios. Dada la cantidad de elementos/materiales que conforman una naturalización, (sin contar con todos los componentes asociados a ésta, que no se desarrollarán en esta tesis), y los innumerables productos y métodos empleados en colecciones afines que se podrían aprovechar en este tipo de objetos/artefacto, esta investigación y recopilación constituiría una primera aproximación.

## 16.2 TRATAMIENTOS DESINFECTANTES/DESINSECTANTES.

Como ya se ha visto, uno de los grandes males que han acosado a los museos de colecciones etnográficas y de historia natural, entre ellos el MNCN-CSIC, han sido las plagas de diversa naturaleza.

Para poder paliar estas infestaciones se han aplicado históricamente distintos productos y tratamientos, algunos de manera preventiva, antes de que se produzca la infestación, y más bien de carácter general sobre toda la colección, y otros como medidas paliativas, cuando ya se ha producido el daño. En este caso se pueden alternar tratamientos generales e individualizados de cada pieza, de contacto o sin contacto (por ejemplo en la actualidad el uso de la anoxia, como tratamiento individualizado sin contacto o la inyección de alguna sustancia pesticida como tratamiento puntual con contacto).

El uso reiterado de pesticidas en las colecciones plantea varios problemas entre los que está las restricciones legislativas, la salud y la seguridad, el problema medioambiental, la interacción con los materiales a proteger y una eficacia que se ha cuestionado (NPS, 2005).

Aunque algunos tratamientos son válidos, el uso general de pesticidas en colecciones debe cuestionarse y solo usarse si es apropiado y específico para cada plaga (Pinniger y Child, 1996, citado por Pinninger y Harmon, 1999).

### 16.2.1 Historia de los pesticidas empleados en los museos

---

Algunos productos y métodos utilizados en ocasiones tanto para preparar el espécimen como para su mantenimiento frente a las plagas ya se han visto en el capítulo 9, como aquellos a base de sublimado corrosivo o arsénicos de diferente naturaleza.

Por ejemplo al margen de los ya aludidos Montagu Brown (1845-1928) cita dos preparaciones de cloruro de mercurio (II) empleadas en la parte exterior del espécimen aplicado con brocha. Charles Waterton (1782-1865), por su parte, usaba sublimado corrosivo (cloruro de mercurio (III)) para lavar los especímenes (Bacon et al., 2011).

También se empleaban platos con mercurio (II) colocados en el interior de las vitrinas o las cajas para disuadir a las plagas (Troad, com. Pers. 2009, citado por Bacon et al., 2011).

En el Smithsonian Institute se ha usado también sublimado corrosivo (III) en solución con alcohol o como una dispersión aplicada a las esquinas de los cajones (Goldberg, 1996, citado por Bacon et al., 2011).

En el pasado muchos objetos fueron rociados o espolvoreados con insecticidas como el DDT o el lindano (Pinninger y Harmon, 1999). Otros productos usados han sido la naftalina, el

paradiclorobenceno (PDB), O, O diclorovinilfosfato (DDVP)<sup>603</sup>, tricloroetileno, etil acetato, formol, el disulfuro de carbono, ácido fórmico, timol u óxido de etileno, entre otros (Barreiro et al., 1994).

A continuación se muestra una tabla con los pesticidas orgánicos más usados en las colecciones de museos, donde pueden verse algunos que ya han sido restringidos por su probada toxicidad y otros que aún se usan:

---

<sup>603</sup> Éste puede venir presentado en tiras de polietileno impregnadas con el producto. Se denomina comercialmente “Vapona”.

PESTICIDAS ORGÁNICOS MÁS COMUNES EMPLEADOS EN COLECCIONES DE MUSEOS		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE QUÍMICO	FÓRMULA QUÍMICA
Alcanfor	1,7,7-trimetilbiciclo[2,2,1]heptan-2-nona	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O
Ácido carbólico	Fenol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Disulfuro de carbono	Disulfuro de carbono	CS <sub>2</sub>
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	CCl <sub>4</sub>
Carboxide	Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (del 90-10%)	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O (90%) + CO <sub>2</sub> (10%)
Chlorotenea	1,1,1 Tricloro etano	Cl <sub>3</sub> C-CH <sub>3</sub>
Diazinon	O, O-dietil-O- (2-isopropil-4-metil-6-pirimidinil) fosforotioato de O, (2-isopropil-4-metil-6-pirimidinil) fosforotioato de O-dietil-O-	[C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHC <sub>4</sub> N <sub>2</sub> H(CH <sub>3</sub> )O] PS(OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub>
Diclorobenceno	p-diclorobenceno o 1,4 diclorobenceno	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>
Dichlorvos o DDVP	2,2 -Diclorovinil dimetil fosfato	(CH <sub>3</sub> O) <sub>2</sub> POOCH:CCl <sub>2</sub>



Dimetilformamida(DMF)	N, N-dimetilformamida	$\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$
DDa	Mezcla de 1,3 dicloropropeno y 1,2 dicloropropano	$\text{ClCH:CHCH}_2\text{Cl} + \text{ClCH}_2\text{CHClCH}_3$
DDT	Tricloroetano dicloro difenil, o más correctamente 1,1,1-tricloro-2,2-bis (p-cloro fenil) etano	$(p\text{ClC}_6\text{H}_4)_2\text{CHCl}_3$
Dowfume G	Mezcla de tetracloruro de carbono, dicloruro de etileno, y dibromuro de etileno, o más correctamente, 1,2 dicloroetano y 1,2 dibromoetano	$\text{CCl}_4 + \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$
Dowfume 75	Mezcla de dicloruro de etileno (1,2 dicloroetano) y tetracloruro de carbono (70:30%)	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (70%)+ $\text{CCl}_4$ (30%)
Dowfume 85	Contiene 85% de dibromuro de etileno (1,2 dibromoetano)	—
Dibromuro de etileno o EDB <sup>a</sup>	1,2 Dibromoetano	$\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$
Dicloruro de etileno <sup>a</sup>	1,2 Dicloroetano	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
Óxido de etileno <sup>a</sup>	Epoxietano	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$
Larvex	Contiene compuestos organoclorados	
Lindano o gammaxene	$\gamma$ - Hexacloro ciclohexano o hexacloruro de benceno	$\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$
Malatión (Malathion)	2-(Dimethoxyphosphinothioylthio) butanedioic acid diethyl ester 2-[(dimetoxifosforotioil)sulfanil]butanodioato de dietilo	$\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{O}_6\text{PS}_2$
Mentol	Metil-hidroxiisopropilo-hexano	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_9(\text{C}_3\text{H}_7)\text{OH}$

Bromuro de metilo <sup>a</sup>	Bromuro de metilo	CH <sub>3</sub> Br
Naftaleno <sup>a</sup> (naftalina)	Naftaleno	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>
Nemagon o DBCP <sup>a</sup>	1,2 dibromo-3 cloro propano	CH <sub>2</sub> BrCHBrCH <sub>2</sub> Cl
Paradiclorobenceno o PDB <sup>a</sup>	1,4 Diclorobenceno	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>
PCP	Pentaclorofenol	C <sub>6</sub> OHCl <sub>5</sub>
Telonella	1,3 Dicloropropeno	ClCH:CHCH <sub>2</sub> Cl
Timol	5-metil 2-isopropil 1-fenol o isopropilo m-cresol	CH <sub>3</sub> (C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> )C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> OH
Vapam o Metam <sup>a</sup>	N-metilditiocarbamato de sodio	CH <sub>3</sub> NH(S:)CSNa
Vapona	(Ver Dichlorvos)	—
Vikane <sup>a</sup>	Fluoruro de sulfurilo	SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
<b>Tabla recogida de “Smithsonian contributions to museum conservation number 1 Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation, Appendix: Common Museum Pesticides”, pág. 71-72.</b>		

Dentro de la gran variedad de insecticidas que existen se diferencian por la forma en que actúan sobre el insecto. Se clasifican en: de contacto, de ingestión, sistémicos, de inhalación o asfixiantes y de atracción-repulsión. Estos a veces se combinan conociéndose como insecticidas mixtos de doble o triple acción (Natureduca, s.f.).

### Fumigantes

La fumigación es el empleo de un gas tóxico en un espacio cerrado. Este tratamiento penetra en los objetos matando a los insectos pero no proporciona una protección residual (Pinninger y Harmon, 1999).

Debido a los riesgos asociados a los gases fumigantes solo deben ser usados por personal capacitado y con licencia (Pinninger y Harmon, 1999).

Se debe emplear además un equipo de protección como láminas o burbujas a prueba de gas o una cámara estanca (Pinninger y Harmon, 1999).

Muchos fumigantes como el óxido de etileno, el disulfuro de carbono, el tetracloruro de carbono o el dicloruro de etileno se han retirado debido a su toxicidad y los peligros asociados con el medioambiente (Pinninger y Harmon, 1999).

Las cámaras disponibles comercialmente son caras. El uso de cámaras de aumenta la eficacia del tratamiento ya que aumenta la penetración del fumigante (Pinninger y Harmon, 1999)

Es necesario también contar con dispositivos de detección de gases para medir los niveles no sólo en el recinto sino en el ambiente circundante. Es necesario también disponer de ventiladores de gran potencia para mover el gas y evacuarlo cuando la fumigación se ha completado- En algunos países la legislación prohíbe la extracción del gas directamente a la atmósfera y se debe filtrar dichas emanaciones (Pinninger y Harmon, 1999).

Los productos aplicados como fumigantes más conocidos son:

El **Fluoruro de sulfurilo o "Vikane"** es un fumigante que se utiliza ampliamente en algunos países para el tratamiento de las termitas. También se ha utilizado para objetos de museo y materiales de archivo (Derrick et al., 1990, citado por Pinninger y Harmon, 1999). El Vikane puede ocasionar algunos daños como atacar químicamente al vidrio y provocar el deslustre de plata, latón, bronce y cobre. Además, el fluoruro de sulfurilo reacciona con bases fuertes, y se disuelve ligeramente en algunos disolventes orgánicos y aceites de cocina. Además puede depositar fluoruros residuales y manchas aceitosas en las pieles, aunque aún no hay evidencias probadas de esto último (Dawson, 1992, citado por Pinninger y Harmon, 1999)

El **gas fosfina** se va generando por medio del contacto de fosfuros sólidos de aluminio o magnesio en presencia de humedad (por ello no requiere un aparato para la aplicación ni dispositivos de medición). Al igual que otros fumigantes se debe aplicar en una cámara o película estanca a prueba de gases pero a diferencia de los otros los objetos requieren más tiempo de exposición ya que mata a los insectos de manera más lenta (unos 5 días a 25 ° C o dos semanas a 15° C). Aunque se ha utilizado con éxito para el tratamiento de pieles de mamíferos y aves, parece ser que la fosfina causa la corrosión del metal con humedad alta. (Pinninger y Harmon, 1999).

**El bromuro de metilo** se ha utilizado en todo el mundo durante años como fumigante en las industrias alimentarias, agrícolas y en museos. Actualmente su uso se está restringiendo en Europa y EEUU porque causa daños a la capa de ozono. Además esta sustancia puede reaccionar con una gran variedad de materiales compuestos por azufre como el cuero, la lana, el rayón, el vinilo, el caucho, el pelo, las plumas y algunos productos químicos fotográficos. Esta reacción produce además un olor a huevo podrido (HS) que no se puede quitar de los objetos (Pinninger y Harmon, 1999).

#### Pesticidas de contacto

Los pesticidas de contacto, tanto naturales como sintéticos se han usado desde hace muchos años aplicados de forma rutinaria por medio de una empresa de control de plagas (Pinninger y Harmon, 1999).

**Las piretrinas o piretros** son derivados botánicos naturales de la flor de una variedad de crisantemo.

Es un producto seguro pero se degrada rápidamente cuando se expone a la luz UV.

Se suelen disolver en un conjunto de disolventes derivados del petróleo y se aplican en aerosol. Las partículas de tamaño entre 80-100  $\mu\text{m}$  permanecen suspendidas en el aire pocas horas. (Pinninger y Harmon, 1999).

La acción real de las piretrinas solo es de unos 20 minutos por su problema de fotosensibilidad siendo útiles tan solo como tratamientos de emergencia (Pinninger y Harmon, 1999) o en sitios oscuros.

El disolvente empleado para el producto puede provocar manchas o la disolución sustancias oleosas o grasas.

Los piretroides sintéticos análogos de las piretrinas, entre los que están la permetrina, la cipermetrina y la deltametrina, son mucho más estables en el ambiente, pero también son más tóxicos. Son muy eficaces contra plagas muy variadas de insectos y se aplican como aerosoles y polvos residuales para controlar insectos rastreros. (Pinninger y Harmon, 1999).

Actualmente la prevención química de plagas es compleja al haber tantos productos restringidos (Moore, 2009).

Los productos "*Bob Child*" de la casa Historyonics a base de permetrina proporciona un efecto preventivo de 1 año, a veces más (Moore, 2009).

#### Otros insecticidas residuales

Se conocen como insecticidas residuales a aquellos productos que permanecen activos y con capacidad para eliminar o repeler una plaga durante un tiempo estimado que puede durar desde 60 hasta los 120 días en función de la forma en la que han sido preparados y que tienen que ver con su forma de aplicación (SERPROSAN, s.f.).

Los insecticidas usados como tratamientos residuales incluyen carbamatos, como el Bendiocarb ( $\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{NO}_4$ ) u organofosforados como el Clorpirifós ( $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{Cl}_3\text{NO}_3\text{PS}$ ). La eficacia depende de la ubicación y el tipo de formulación empleada (Pinninger y Harmon, 1999).

Los aerosoles son más útiles para tratar las paredes y los suelos y los polvos para el tratamiento de espacios muertos como conductos de diferente naturaleza o el espacio existente bajo las unidades de almacenaje (Pinninger y Harmon, 1999).

Las mayorías de las formulaciones en polvo son efectivas, y los polvos desecantes además son efectivos al eliminar la capa exterior de cera que protege al insecto de la pérdida de humedad, muriendo éste por deshidratación. Estos polvos se consideran seguros y tienen una acción duradera; son eficaces para tratar oquedades de paredes, armarios y estanterías. El polvo se puede impregnar con piretrinas naturales para acelera la muerte de los insectos (Pinninger y Harmon, 1999).

Ya se ha dicho que muchos tratamientos empleados pueden causar efectos secundarios indeseables derivados del propio principio activo del insecticida o de otras sustancias empleadas en el producto (como agua o aceites por ejemplo). Estos incluyen daños en los objetos como cambios de color, manchas o pérdida de integridad estructural (Pinninger y Harmon, 1999)

Se han diseñado algunas formulaciones para minimizar el impacto sobre los materiales como las micro emulsiones<sup>604</sup> (Pinninger et al, 1994, citado por Pinninger y Harmon, 1999), o las de micro encapsulado<sup>605</sup> que se adhieren a las distintas superficies, liberándose el pesticida cuando es recogido por el insecto (Pinninger y Harmon, 1999).

Por estas razones cada vez que se emplee un pesticida se ha de comprobar que este es apto para el uso en Museos, que no causa daño a los seres humanos, al ambiente ni a los objetos tratados (Pinninger y Harmon, 1999).

### Repelentes

Durante años se han empleado diversos productos químicos como repelentes y fumigantes pasivos (sólidos cristalinos que se van evaporando poco a poco desprendiendo gases nocivos para los insectos) Entre ellos el alcanfor, el naftaleno o el paradiclorobenceno. Debido a la velocidad de volatilización, estos gases suelen salir de espacios cerrados contaminando las áreas circundantes. Los peligros para la salud son altos siendo necesario investigar métodos alternativos (Pinninger y Harmon, 1999).

El **paradiclorobenceno** además de ser un repelente puede matar insectos en altas concentraciones. Afecta negativamente a pigmentos como blanco de zinc, litopón, pigmentos de color escarlata y algunos tintes utilizados en acetatos de celulosa. También decolora el pigmento azul ultramar y contribuye a la coloración amarillenta de papel y la decoloración de tintas. Dawson (1992) afirma que esto es causado por el cloro del producto. Por otro lado provoca el encogimiento severo de espumas y plásticos y debilita estructuralmente algunas resinas. Actualmente se está eliminando su uso ya que se considera que es una sustancia peligrosa para la salud, ocasionando problemas graves con una exposición a largo plazo (Pinninger y Harmon, 1999).

---

<sup>604</sup> Se trata de emulsiones de agua y microgotas de un agente desinfectante en forma de aceite como un aceite esencial u otro químico (de un tamaño inferior a 100 nm) que resultan más eficaces que la misma formulación pero con un tamaño de gota mayor (The Procter & Gamble Company, 1998).

<sup>605</sup> Son pesticidas que se presentan recubiertos por una película protectora cuya función es liberar el producto poco a poco y a la vez lo protege de los agentes externos como la luz o la humedad.

**El naftaleno (Naftalina)** aún se usa ampliamente en hogares y museos para repeler y controlar las plagas de insectos atacan los tejidos, como la polilla. Posee efectos repelentes para polillas y escarabajos a bajas concentraciones Aunque hay algún efecto repelente en las polillas adultas y escarabajos las concentraciones necesarias para matarlos deben ser altas (útil en situaciones estancas, o nada más colocarlo pero con el tiempo se va evaporando y pierde efectividad). El naftaleno produce decoloración en la lana y puede disolver las grasas en especímenes biológicas (Dawson, 1992, citado por Pinninger y Harmon, 1999)

**El alcanfor** Originalmente se obtenía a partir de resina de árbol, pero ahora sintetizarse a partir de pineno. Se ha utilizado durante años como repelente de polillas y escarabajos. Aunque es eficaz en altas concentraciones, presenta problemas de toxicidad. Aun así los límites de exposición profesional a corto plazo y largo plazo en los EE.UU. y el Reino Unido permitidos son más bajos para el alcanfor que para el naftaleno o el paradiclorobenceno (Pinninger y Harmon, 1999)

#### Repelentes derivados de plantas

Los productos naturales como la lavanda o el aceite de cedro se han empleado tradicionalmente como repelentes de insectos para proteger distintos objetos (Pinninger y Harmon, 1999). Actualmente buscando abandonar tratamientos más tóxicos se está recurriendo de nuevo a ellos (Pinninger y Harmon, 1999).

Desde 1999 en el IPHE (Instituto de Conservación del Patrimonio Artístico) se han realizado algunos ensayos sobre plantas comenzando por el propóleo, determinando que era éste efectivo frente a algunas bacterias pero no frente a algunas especies de hongos que atacan el material proteico y celulósico (Morales, Blanco, Pardo y Valentín, 2013).

También se probó la citronella (*Cymbopogon citratus*), empleada tradicionalmente como repelente de insectos, pero aunque era efectiva para erradicar varias bacterias y hongos seleccionados, usada pulverizada, dejaba una ligera capa oleosa en la superficie de los objetos (Morales, Blanco, Pardo y Valentín, 2013).

En el proyecto "*Extractos naturales para la conservación de los bienes culturales en soporte orgánico. Alternativa a los microbicidas e insecticidas convencionales*" desarrollado actualmente por varios investigadores (Morales, Blanco, Pardo y Valentín, 2013), se está investigando la posible aplicación de los tratamientos naturales tradicionales para la salvaguarda del patrimonio. Para ello se ha realizado una base de datos recogiendo recetas del saber popular empleadas como insecticidas, repelentes de insectos, nematocidas, fungicidas y microbicidas (Morales, Blanco, Pardo y Valentín, 2013).

De todas las recetas recogidas se han seleccionado algunas sustancias consideradas las más adecuadas para los ensayos como son el insecticida *Minthostachys mollis* (muna-muna), el fungicida *Equisetum arvense* (cola de caballo) y como microbicida *Origanum vulgare* (oregano).

En esta base de datos también se encuentran el ajo, la cebolla o el enebro<sup>606</sup>. (Morales, Blanco, Pardo y Valentín, 2013).

---

<sup>606</sup> : En el momento de la publicación la base de datos contaba con 2.646 registros, 863 especies y 104 usos reunidos en 20 categorías. (Morales, Blanco, Pardo y Valentín, 2013).



Aun así, distintos investigadores consideran que si bien es una opción muy interesante, se debe investigar aún más antes de recomendarse como alternativa ya que muchos pueden dañar los objetos y ser igualmente nocivos para los humanos (Pinninger y Harmon, 1999).

Muchos pesticidas han sido retirados debido a los efectos secundarios indeseables que presentan (Dawson, 1992, citado por Pinninger y Harmon, 1999). Entre estos compuestos se encuentran varios a base de arsénico, cianuro de hidrógeno, compuestos de mercurio, lindano, clordano, heptacloro y otros insecticidas organoclorados (Pinninger y Harmon, 1999). Otros, aunque se siguen empleando presentan restricciones, ya que se sospecha pueden causar enfermedades graves o daños al medio ambiente.

En caso de emplear productos con restricciones como Eulan W® o Edolan<sup>607</sup>® (ahora regulado) se debe indicar que el espécimen ha sido tratado con dicho producto (Moore, 2009).

### 16.2.2 Sistemas alternativos a los pesticidas empleados en la actualidad

---

Vistos los problemas que ha habido en el pasado con las distintas sustancias químicas y tratamientos empleados se han implementado tratamientos alternativos, eficaces y menos nocivos.

"Los medios físicos comprenden todas aquellas intervenciones que emplean factores exclusivamente físicos, como variaciones de temperatura, ondas electromagnéticas, ultrasonidos y atmósferas modificadas" (Vivancos y Pérez, 2005, p. 69). La ventaja que presentan es que no son nocivos para el hombre ni para el medioambiente, salvo las radiaciones ionizantes (Vivancos y Pérez, 2005)

#### 16.2.2.1 Choque térmico

- **Congelación**

El uso de ambientes extremadamente fríos en museos se ha adaptado de la costumbre en almacenaje de grano de abrir las puertas de los graneros en invierno para aprovechar la congelación natural matando las plagas sin que las semillas se vieran afectadas y se pudieran plantar la siguiente temporada (Child, 2009).

El problema es que muchos insectos sobreviven a inviernos fríos (Child, 2009). Éstos no solo pueden sobrevivir en las bajas temperaturas buscando nichos más cálidos sino que algunos pueden desarrollar químicos anticongelantes o pueden sobrevivir aunque algunos de sus tejidos corporales se hayan congelado (Child, 2009).

Este método usado ampliamente en colecciones de historia natural consiste en exponer a los insectos a un cambio de temperatura rápido (Pinninger y Harmon, 1999).

Si no se hace bien, se pueden provocar daños en los especímenes (Nesheim, 1984; Florian, 1986, 1989, 1990; Strang, 1992, citado por Pinninger y Harmon, 1999).

---

<sup>607</sup> Producto de la casa comercial cuyo principio activo es un 12 % de permetrina. Se considera cancerígeno (Kegley, Hill, Orme, Choi, 2010-2014)

Las bajas temperaturas (por debajo de 0° C) pueden hacer que el agua libre<sup>608</sup> se congele, formándose cristales de hielo que pueden dañar los materiales. El agua en unión<sup>609</sup> no se congela a no ser que las temperaturas sean extremadamente bajas y no presenta problemas a no ser que el objeto aún esté aún húmedo (Child, 2009).

Además muchos materiales orgánicos tienen una temperatura de  $T_g$  por debajo de la cual pierden propiedades como elasticidad y flexibilidad, transformándose en rígidos y quebradizos, combinándose con la contracción debido a la pérdida de humedad muchos pueden fracturarse (Child, 2009).

Aunque la taxidermia tolera la congelación bastante bien las capas de pintura antiguas pueden verse afectadas por una congelación prolongada de más de 4 semanas<sup>610</sup>. También los ojos de vidrio pueden agrietarse o la queratina delaminarse, prefiriendo muchos el uso de anoxia menos arriesgado (Moore, 2009, Child 2009).

La condensación de los objetos debido a los cambios de HR durante el enfriamiento o el calentamiento puede causar daños como manchas, migración de tintes y corrosión de metales. Para impedir esto se debe envolver los objetos en láminas de plástico o embolsarlos<sup>611</sup> y eliminar todo el aire posible (Child, 2009). Se puede añadir dentro de la bolsa un material absorbente como papel absorbente (Pinninger y Harmon, 1999), papel de seda, tela de algodón y gel de sílice acondicionado para absorber la cantidad de HR y agua condensada (Child, 2009). De esta manera se ayuda a controlar la HR en el interior de la misma (Pinninger y Harmon, 1999).

Los objetos de metal deben ser envueltos en tejido libre de ácido aunque en general no se recomienda envolver los objetos de esta manera sino en plástico evitando la inclusión de aire (Child, 2009).

La temperatura del congelador debe estar entre -18°C y 40°C. El tipo de congelador no debe ser una unidad doméstica sino una unidad de congelación que sea capaz de reducir la temperatura de los objetos drásticamente en menos de 24 horas (Pinninger y Harmon, 1999) ya que si los objetos suelen ser almacenados en clima frío y la congelación se hace lentamente algunos insectos pueden aclimatarse y no morir (Pinninger y Harmon, 1999).

El objeto debe estar en el congelador durante al menos 2 semanas a -18°C<sup>612</sup> o durante 3 días a -30°C (Pinninger y Harmon, 1999; Child, 2009) o 14 días a 20 ° C (NPS, 2005).

Emplear temperaturas más frías durante periodos cortos puede ser más eficaz para erradicar algunas especies de insectos (NPS, 2005). Cuanto mayor es la temperatura mayor tiempo debe estar el objeto en la cámara de congelación (NPS, 2005).

---

<sup>608</sup> El agua libre, es aquella existente en los seres vivos, recién muertos o talados, que se va perdiendo con el secado del material (como la madera recién cortada hasta que se seca) (Child, 2009).

<sup>609</sup> La cual está unida a la estructura de la materia. Un secado adicional produce pérdida de cierta cantidad de agua ligada, hasta que alcanza un equilibrio con la HR circundante (Child, 2009).

<sup>610</sup> Es conocido que las películas empastadas de pintura se resquebrajan cuando bajan de 25°C a -30°C. Esto mismo ocurre con materiales como el marfil (Child, 2009).

<sup>611</sup> Encapsular los artículos en dos capas de bolsas de polietileno bien sellados o láminas. (NPS, 2005)

<sup>612</sup> Esta es la temperatura de un congelador estándar de tipo doméstico. (Child, 2009)

Los huevos de los insectos pueden no matarse durante periodos cortos. Además la interrupción no meditada de los ciclos puede hacer que los insectos se vuelvan más resistentes al frío (NPS, 2005).

Se suele hacer una doble congelación, con un intervalo de 24-48 horas para que eclosionen los huevos y de esa manera para asegurarse de matar las larvas, durante el segundo ciclo de congelación (Moore, 2009).

Algunos protocolos (recomendaciones) que se debe seguir durante la congelación son:

- Los casos más graves pueden tratarse primero, y el resto debe envolverse para aislarlos y evitar la contaminación de otras colecciones (Berry, 2001).
- Si el objeto es frágil o tiene una forma complicada se puede colocar en una bandeja o caja de archivo que se pueda envolver con láminas de plástico (Child, 2009)
- Se debe asegurar de que el congelador tiene suficiente espacio alrededor de los objetos para permitir la circulación del aire. Esto incluye la colocación de una madera o espuma en el suelo del congelador para asegurar que el aire circule por debajo del objeto (Child, 2009).
- Los huecos grandes entre por ejemplo patas se deben rellenar con materiales tampón como papel arrugado o tela (Child, 2009).
- En los objetos grandes o tejidos enrollados el frío tarda más en penetrar<sup>613</sup> y se debe comprobar la temperatura colocando un sensor en el centro (Pinninger y Harmon, 1999).
- Los especímenes más grandes se deben colocar sobre palés para permitir que fluya el aire en la parte inferior y de esta manera evitar que se creen microclimas más cálidos agradables para las plagas (Berry, 2001).
- En caso de congelar vidrio como vitrinas, si la temperatura empleada son -30° C el vidrio puede estresarse. Para evitar estos problemas las vitrinas deben ser embolsadas en polietileno antes de congelarse (Moore, 2009).

Debido a que los objetos cuando se congelan se vuelven más frágiles se deben extraer del congelador con cuidado (Child, 2009).

Tras extraer el objeto del congelador se debe esperar 24 horas hasta que recupere la temperatura ambiente (en objetos más densos 48 horas) antes de desenvolverlos (Child, 2009).

Aún así se debe asegurar que los especímenes y otros materiales se han descongelado completamente antes de quitar el envoltorio de polietileno para evitar la condensación de humedad en los especímenes. Además no debe condensarse la humedad en el polietileno durante la descongelación (NPS, 2005).

No obstante los objetos pueden permanecer envueltos durante algunas semanas si se corre el riesgo de que puedan ser reinfestados (Child, 2009).

Después de la descongelación de los objetos no deben sellarse de nuevo para evitar problemas de condensación hasta que éstos no han alcanzado la temperatura ambiente (Pinninger y Harmon, 1999).

---

<sup>613</sup> Puede tardar al menos 24 horas para que la temperatura deseada llegue al centro de objetos densos, como textiles enrollados (Child, 2009)

Después de la desinfección, los objetos deben ser limpiados para eliminar los insectos muertos o signos de infestación como excrementos (Child, 2009).

El tratamiento de cada objeto debe documentarse (Child, 2009).

Los tratamientos se pueden realizar a gran escala en una habitación fría. Ésta bien sellada puede tratar grandes objetos de una vez y alcanzar temperaturas de  $-29^{\circ}\text{C}$  entre 2 y 4 horas (Berry, 2001).

Es importante tener en cuenta el coste de la electricidad en los procedimientos de congelación ya que se incrementa (Berry, 2001).

Una vez tratados los objetos deben ser almacenados separados para mejorar el acceso a ellos y permitir el monitoreo (Berry, 2001).

- **Empleo de calor**

Se puede erradicar todas las etapas de la vida de los insectos, a través de aplicar a los especímenes afectados con una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ . Este sistema solo puede emplearse en materiales con altos puntos de fusión, por ello no se puede emplear para especímenes de animales (NPS, 2005).

Existe un tratamiento económico y rápido a través de la energía solar para crear calor desarrollado por Tom Strang, embolsando los artículos a tratar (NPS, 2005).

El calor mata a los insectos mucho más rápidamente que la congelación ((Pinninger y Harmon, 1999).

Algunas investigaciones han demostrado que los daños derivados de la contracción y las deformaciones se pueden evitar si se controla la humedad alrededor del objeto objeto (Strang, 1996, citado por Pinninger y Harmon, 1999).

En el procedimiento Thermo Lignum se controla la humedad (por ejemplo de 55% con una temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$ ). Muchos objetos entre los que se incluyen los especímenes de historia natural han sido tratados con éxito (Child, 1994, citado por Pinninger y Harmon, 1999).

Además si los objetos son embolsados, la humedad permanece estable en el interior ofreciendo un tratamiento rápido y seguro para especímenes de historia natural (Strang, 1996, citado por (Pinninger y Harmon, 1999).

Al no quedar del todo claro la inocuidad del tratamiento, éste no se recomienda en colecciones valiosas (Pinninger y Harmon, 1999).

Las microondas no se recomiendan, porque pueden provocar el incendio de los especímenes que tienen componentes metálicos, por la posibilidad de que se generen chispas (Pinninger y Harmon, 1999).

#### 8.1.1.2. **Ambiente frío**

Actualmente como ya se ha comentado a lo largo de esta tesis muchas colecciones de estudio se conservan en un ambiente frío. De esta manera los insectos no pueden completar su ciclo biológico.

La supervivencia de insectos expuestos a baja temperatura depende de muchos factores como el rango de temperatura, tiempo de exposición, especie de insecto, la HR, la tolerancia del insecto al frío o la habilidad de aclimatación (Muller y Arbogast, 1984; Fields, 1992, citado por Pool, 1997).

Leland Ossian Howard, entomólogo del Departamento de Agricultura de EE.UU, ya en 1896 concluyó que las temperaturas entre 4-5°C (40-42°F) podían proteger los materiales del daño de los insectos (Marilen A. Pool, 1997).

Si bien este rango de temperatura no mata a los insectos, los deja inactivos (no se alimentan, ni se mueven, ni se reproducen) aunque las larvas de la polilla y el escarabajo negro de las alfombras puede soportar una temperatura constante de 0°C (18 °F) pero sin embargo las fluctuaciones de temperatura los mata (Haward, 1897, citado por Marilen A. Pool, 1997).

Se puede decir que se han establecido unos rangos de temperatura a nivel general llamados zonas que afectan al ciclo biológico de los insectos:

Zona óptima (25° C)<sup>614</sup>

Zona suboptima (de entre 13 a 25°C)<sup>615</sup> (Marilen A. Pool, 1997):

Zona letal (5 a -25° C)<sup>616</sup> (Marilen A. Pool, 1997)

Estos valores son aproximados ya que cada especie de animales con preferencias por materiales proteicos, tiene unas zonas de temperatura óptima/subóptima y letal (Marilen A. Pool, 1997) y varían de manera significativa de unas especies a otras y de unas publicaciones a otras (Strang, 1992).

Debido a que el frío puede dañar las pieles la temperatura recomendada óptima por algunos autores para el almacenaje de este tipo de colecciones es de 20-22° C con una HR de 50-60%, combinada con una buena circulación de aire y fumigación (Hawks et al, 1986, citado por Pool, 1997).

Una temperatura baja combinada con tratamientos con insecticidas suaves podrían lograr el 100 % de mortalidad en todas las etapas de desarrollo de un insecto sin dañar los objetos (Child, 2009).

### 16.2.2.2 Limpieza mecánica

El uso de aspiración con filtro HEPA (Simmons y Muñoz-Saba, 2005) aunque no es un método de erradicación total si ayuda en las tareas de mantenimiento al eliminar la suciedad superficial y proteínas sueltas de los objetos que atraen a algunos insectos. Además si elimina los insectos, excrementos y vainas que puedan estar en las oquedades y en la superficie.

### 16.2.2.3 La radiación gamma

Las radiaciones Gamma empleado en el tratamiento de especímenes de museo, presenta el inconveniente del alto coste y la peligrosidad, teniendo que seguir unas estrictas precauciones de seguridad. Además pueden dañar materiales como el plástico o el vidrio presente en especímenes de historia natural (Pinninger y Harmon, 1999).

---

<sup>614</sup> Zona donde el insecto se desarrolla con completa normalidad.

<sup>615</sup> Zona donde el insecto disminuye o interrumpe su ciclo vital.

<sup>616</sup> Zona donde el insecto muere.

#### 16.2.2.4 Anoxia

En los últimos 10 años se han implementado en el tratamiento de objetos patrimoniales varios sistemas para producir condiciones anóxicas<sup>617</sup>, de los cuales algunos han sido insatisfactorios (Child y Pinninger, s.f.).

Se puede emplear cámaras disponibles comercialmente (de dióxido de carbono o gas nitrógeno) o emplear recintos especiales hechos a medida empleando un eliminador de oxígeno (NPS, 2005).

- **Nitrógeno:**

El sistema consiste en ir sustituyendo el oxígeno por nitrógeno, llegando a niveles inferiores al 0,1%. Se debe hacer en una cámara especial o en bolsas estancas hechas con una película barrera. Los objetos grandes pueden tratarse con el método del cilindro y los pequeños en bolsas herméticas empleando un eliminador de oxígeno como "Eterna"<sup>618</sup> (Pinninger y Harmon, 1999). Estos métodos son más económicos que una cámara pero debe llevar incorporado un método preciso de medición de oxígeno (Pinninger y Harmon, 1999).



**Figura 298. Bolsa termosellada para anoxia en objetos pequeños**

La HR del gas nitrógeno es muy baja, entre un 5% y un 10% por ello debe añadirse un sistema de humidificación (Rust et al., 1996, citado por Pinninger y Harmon, 1999).

Con una temperatura de 25° C o superior el tratamiento puede durar dos o tres semanas, siendo más largo el tratamiento, como de 5 semanas si la temperatura es de 20°C o inferior (Pinninger y Harmon, 1999).

El Ageless es un paquete poroso compuesto de polvo húmedo de óxido de hierro activo. Cuando el oxígeno de la atmósfera penetra en el paquete el óxido se oxida aún más formando óxidos e hidróxidos de hierro. Se produce algo de calor en la reacción pero si los paquetes se encuentran

<sup>617</sup> Con poco o ausencia total de oxígeno (NPS, 2005)

<sup>618</sup> Eterna es la marca comercial de la Mitsubishi Gas Chemical Company (Pinninger y Harmon, 1999)



separados entre sí y no están en contacto con los objetos este calor no es suficiente como para dañar el material tratado.

La bolsa contenedora debe ser lo suficientemente grande para albergar el objeto, sobrando espacio (3 o 4 pulgadas perimetrales) (Pinninger y Harmon, 1999).

El exceso de espacio está destinado a hacer la unión de la bolsa (costura) y a albergar los extractores de oxígeno como Eterna. El número de paquetes a emplear se calcula en función del tipo de paquete y el tamaño de la bolsa. Se puede emplear un indicador llamado Eye Ageless para mostrar cuando los niveles de oxígeno están por debajo del 0,1%. Los objetos deben permanecer en el ambiente anóxico durante tres semanas a 25° C. Este sistema es más económico que el sistema de cilindros pero si los objetos son grandes el coste de los sobres de Ageless se dispara al necesitar más unidades (Pinninger y Harmon, 1999)

Además el uso de este tipo de sobres ralentiza los procesos de degradación que requieren oxígeno, como el crecimiento de moho o reacción de oxidación (Pinninger y Harmon, 1999) como ya se ha indicado en el capítulo anterior.

La anoxia se puede hacer por el desplazamiento de oxígeno con nitrógeno (Moore en Waterhouse, 2008, citado por (Moore, 2009) donde el descenso de los niveles de oxígeno harán que el insecto pierda rápidamente la humedad del cuerpo y mueran a causa de la desecación (Moore, 2009)

Si no se tienen suficientes recursos económicos para crear una unidad de anoxia, se puede emplear materiales barrera como Marveseal® o Escal®, aunque hay otros (Moore, 2009).

Los especímenes deben colocarse en un sobre sellado con termosellado (también se puede emplear clips de plástico para sellar películas de contención pero aunque son eficaces no son tan duraderas como el termosellado).

Dentro de la "bolsa" ha de introducirse un eliminador de oxígeno como el Ageless junto con un dispositivo indicador que comprende una pastilla azul que se irá convirtiendo en rosa cuando los niveles de oxígeno llegan a 0,1%, volviendo a ser púrpura por encima del 0,50 de oxígeno (Moore, 2009).

Los métodos utilizados tradicionalmente para erradicar insectos han sido el uso de productos químicos que pueden reaccionar de manera adversa como los materiales y especímenes del museo y resultar tóxicos, además de perjudiciales para el medio ambiente estando su uso muy regulado (Dawson y Strang 1992, Jędrzejewska 1967, Linnie 1987, 1994, citados por Linnie, 2000).

Los ambientes reducidos de oxígeno se presentan como una alternativa fiable y viable a métodos de control químico ya que el empleo de estos gases en condiciones controladas supone una disminución del riesgo de toxicidad y de efectos indeseables sobre los especímenes (Linnie, 2000).

Estos métodos pueden usarse tanto como medida preventiva curativa o como un método general de cuarentena cuando ingresa un nuevo espécimen a la colección (Linnie, 2000).

Investigaciones recientes sobre el uso de gases en silos o graneros se están convirtiendo en una alternativa a los métodos de fumigación tradicionales en este tipo de espacios (Linnie, 2000).

Esta cuestión es interesante ya que se podría aplicar de manera general en espacios grandes a un gran número de especímenes.

En los estudios llevados a cabo por Linnie se testaron ocho especies comedoras de proteínas: *Dermestes maculatus*, *Anthrenus verbasci* (L.), *Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Liposcelis bostrychophilus*, *Stegobium paniceum* (L.), *Liposcelis Simulans* (Linnie, 2000), exponiéndolos a una atmósfera controlada de oxígeno de 1,5% durante 10 días, comprobando que el 40% de la etapa larval del *Anthrenus verbasci* sobrevivía, muriendo el 100% de individuos al ampliar los días de tratamiento gradualmente hasta 1 mes (Linnie, 2000).

Linnie apunta a que aún es necesario realizar más investigaciones para determinar qué factores puede ayudar a que los insectos sobrevivan en condiciones anóxicas (Linnie, 2000).

Esta instalación ha sido definida por Hanski (1988) como una fase de desarrollo detenido que minimiza la utilización de las reservas del cuerpo, reduciendo así el riesgo de un individuo de morir como resultado de condiciones desfavorables. Esta capacidad proporciona un mecanismo de defensa natural en condiciones de especial dificultad y puede persistir durante períodos de tiempo considerables. En las poblaciones naturales diapausa ocurre típicamente en respuesta a la temperatura ambiente inadecuado o la escasez de alimentos. (Linnie, 2000)

Algunos insectos se han adaptado a sobrevivir en condiciones secas y por ello requieren sistemas respiratorios eficientes que requieran intercambios rápidos de oxígeno-dióxido de carbono y poca pérdida de agua. Esto explica por qué la anoxia es efectiva al deshidratar el animal en vez de asfixiarlo (Linnie, 2000).

La pérdida de agua es un factor que contribuye especialmente a la mortalidad de muchos insectos; sin embargo si la humedad es alta el insecto puede sobrevivir haciendo que el método de anoxia falle. Un insecto que sobrevive especialmente a los ambientes secos es el *A. verbasci* que además puede entrar en una especie de estado de hibernación cuando las condiciones no son favorables (Hanski, 1988 citado por Linnie, 2000), siendo un insecto que sobrevive especialmente en situaciones adversas, como ambientes anóxicos (Linnie, 2000).

Los insectos responden de manera muy desigual a las diferentes concentraciones de oxígeno, por ello la respuesta de una especie no puede emplearse como un indicador general (Linnie, 2000).

Algunos productos que absorben oxígeno como el Ageless<sup>619</sup> o Eterna<sup>620</sup> empleado en espacios estancos se ha demostrado útil contra algunas plagas (Burke 1996; Ohguchi et al. 1983; Gilberg y Roach, 1992, citados por Linnie, 2000). Los objetos se deben introducir en un envoltorio sellado térmicamente con la cantidad de Ageless requerida y colocarse en un armario de temperatura controlada durante 3 semanas a 30°C, transcurrido este tiempo se comprueba que no existe actividad de insectos (Linnie, 2000).

El uso de eliminadores de oxígeno está limitado solo para objetos de pequeñas a medianas dimensiones. Para objetos grandes existen métodos que modifican la atmósfera de un recinto

---

<sup>619</sup> Fabricado por Mitsubishi Gas Chemical Company de Japón

<sup>620</sup> Se prepara a partir de óxido de hierro en polvo y se fabrica en forma de paquete, designado de acuerdo al tipo y tamaño

hermético a través de la aplicación de nitrógeno controlando con control de humedad para reducir los niveles de oxígeno hasta la cantidad deseada (Linnie, 2000).

Esta técnica es una alternativa a los métodos de control de temperaturas bajo cero donde se dan limitaciones por un tamaño grande del espécimen o donde el tratamiento de congelación puede dañar las piezas.

Se puede emplear en cámaras de fumigación o en áreas selladas contra la pérdida de gas (Linnie, 2000).

También existen unas láminas especiales<sup>621</sup> para fumigación que son capaces de retener el gas o la burbuja de fumigación portátil desarrollada por Rentokil Ltd.<sup>622</sup>.



**Figura 299.** Burbuja de vinilo realizada por la empresa Rentokil. Museo de Okland “Okland Museum” Photo: Carlos Ávila González, *The Chronicle*

- **Dióxido de carbono:**

Se ha empleado ampliamente en la industria de almacenaje de grano, tratándose de manera rutinaria los contenedores y otras estructuras de almacenaje con dióxido de carbono. El insecto abre sus espiráculos para respirar al exponerse a altas concentraciones de CO<sub>2</sub> y muere rápidamente seguramente debido a que se deshidrata. El procedimiento utilizado es similar al utilizado para el nitrógeno en cámaras o burbujas (Valentin y Preusser, 1990; Valentin, 1991, citado por Pinninger y Harmon, 1999). Para aumentar el tiempo de actuación al acelerar las tasas metabólicas del insecto, el tratamiento se suele aplicar con un calentamiento ligero de 30° C. Se debe medir los niveles de CO<sub>2</sub> durante la exposición (a diferencia del nitrógeno, es suficiente con un 60% d gas no siendo tan importante como con el nitrógeno el riesgo de fugas para que el tratamiento sea eficaz). Por esta razón el CO<sub>2</sub> se usa para objetos grandes que se puedan envolver. En algunos países el CO<sub>2</sub> está

<sup>621</sup> Estas láminas suelen estar fabricadas con PVC

<sup>622</sup> Está compuesta por una película barrera aluminizada que es termosellable. Fue diseñada originariamente en 1988 para usarse con fumigantes tóxicos como bromuro de metilo, rediseñándose más tarde para su uso con nitrógeno.

considerado un producto de riesgo y debe ser usado por personal especializado (Pinninger y Harmon, 1999).

- **El argón y otros gases inertes:**

Se han utilizado con éxito pero al ser más caros que el nitrógeno o el dióxido de carbono no se suelen usar (Pinninger y Harmon, 1999).

Existen una serie de tratamientos **denominados biotécnicos** que radican en influir en alguno de los aspectos biológicos del insecto a través de atrayentes sexuales, atrayentes generales, repelentes o tratamientos con hormonas. Otros compuestos alteran el ciclo biológico de los insectos, como el hexaflumurón, usado para erradicar la termita, actuando como un inhibidor de la síntesis de la quitina (Vivancos y Pérez, 2005), interfiriendo en el proceso de muda y siendo efectivos en los procesos de cambio de estadio entre larva y adulto.

Si los métodos más respetuosos ya citados no son efectivos en la eliminación de las plagas puede ser necesario emplear algún tratamiento químico (NPS, 2005).

#### **16.2.2.5 Dispositivos electrónicos**

Los pequeños dispositivos electrónicos que emiten ondas sonoras de alta frecuencia, se utilizan como elemento disuasorio sustituyendo a las trampas y están dirigidos especialmente contra roedores como ratones y ratas (NPS, 2005).

La eficacia de estos dispositivos se ha cuestionado ya que los roedores pueden adaptarse a dichos dispositivos y regresar a las zonas de alcance del dispositivo (Health Canada, 2001, citado por NPS, 2005).

#### **16.2.2.6 Las trampas de monitoreo**

Mención aparte merecen las trampas. Éstas se utilizan principalmente para supervisar las colecciones y distintos espacios de manera continua. Las plagas se adhieren a ellas cuando hacen su vida regular y de esta manera nos indican su presencia en la zona. Puede aumentarse el número de trampas en el lugar donde se ha encontrado la infestación (Pinninger y Harmon, 1999).

Las trampas son muy exitosas capturando insectos pero son solo útiles como un dispositivo de monitorización (Pinninger y Harmon, 1999).

Se debe seleccionar las trampas más adecuadas ya que hay muchos tipos de trampas disponibles que difieren de uno países a otros (Pinninger y Harmon, 1999).

**Las trampas pegajosas no específicas** se suelen usar como un dispositivo básico de vigilancia para lepidópteros, piojos de los libros, cucarachas, larvas de escarabajos y otros (Pinninger y Harmon, 1999).

Se presentan en una gran variedad de formas (cajas, mosca de papel, tableros) que tienen superficies con un adhesivo pegajoso para atrapar plagas (NPS, 2005).

Estas trampas no tienen atrayentes a base de feromonas pero pueden tener cebos generales de alimentos. Las trampas adhesivas son útiles para hacer un seguimiento de población residual que haya

en el museo y determinada si constituyen un riesgo para la colección al indicar grosso modo el número de insectos que se arrastran en la zona (Pinninger y Harmon, 1999).

Se debe colocar las trampas pegajosas en zonas de alto riesgo en toda la instalación y en el interior de las vitrinas. (NPS, 2005). Es preferible colocarlo en las esquinas donde se encuentran más insectos errantes. Algunas trampas se pueden ocultar bajo las unidades de almacenamiento (Pinninger y Harmon, 1999).

El número de trampas depende de los recursos disponibles (económicos y personales) y la prioridad de la colección (Pinninger y Harmon, 1999).

Las trampas de feromonas pueden implicar trampas adhesivas, pero con la adición de feromonas específicas de las especies (NPS, 2005). Éstas contienen señuelos a base de feromonas<sup>623</sup> para atraer especies específicas (Pinninger y Harmon, 1999). Ciertas especies pueden sentirse fuertemente atraídas hacia las trampas o a la zona circundante. Esto proporciona un sistema de alerta temprana muy eficaz para indicar la presencia de plagas (NPS, 2005).

Están disponibles para polilla, escarabajos de los muebles *Anobium punctatum*, escarabajo del tabaco, *Lasioderma serricorne* y escarabajo de la galleta/droguería *Stegobium paniceum*. (Gilberg y Roach, 1991; Child y Pinniger, 1994; Cox et al., 1996 citados por Pinninger y Harmon, 1999) entre otros. Actualmente se están desarrollando nuevos tipos de trampas de feromonas específicas para otras plagas (NPS, 2005).

Estas trampas se deben colocar en zonas de alto riesgo o en aquellas donde se sospeche la existencia de una de estas especies (Pinninger y Harmon, 1999).

Las trampas de feromonas al igual que las de "error grave" se deben colocar en una rejilla Si el señuelo es más atractivo para insectos voladores las trampas se pueden colgar en las paredes o colgarlos en las unidades de almacenamiento. El efecto atractivo depende de la temperatura y del movimiento del aire (Pinninger y Harmon, 1999).

Para poblaciones más grandes el aumento del número de trampas de feromonas puede actuar como un ligero control de las plagas ya que los machos se confunden, y si se les atrapa antes del apareamiento pierden la oportunidad de aparearse. Aunque esto en realidad es limitado ya que el resto de insectos puede causar un daño considerable (Pinninger y Harmon, 1999).

---

<sup>623</sup> Las feromonas son aromas naturales especies de insectos utilizan para comunicarse unos con otros. (NPS, 2005)



**Figura 300. Trampas de feromonas. Izq. para polillas, derecha para lepismas**

Las **trampas de resorte** (trampas de ratón) se pueden utilizar para ratas y ratones, aunque a veces desordenado. (NPS, 2005).

Las **tablas pegajosas** son similares a las trampas pegajosas para insectos pero más grandes. Éstas son empleadas a menudo contra ratas y ratones. (NPS, 2005).

A pesar de que las **tiras** adhesivas son más **limpias** de usar que las trampas de resorte, éstas no matan al animal. El uso de trampas de resorte asegura, dice el NPS, un final rápido y sin dolor para la plaga. (NPS, 2005). Desde esta tesis apoyamos esta recomendación, inclusive para los insectos, ya que éstos también son seres vivos que sufren y se merecen muertes menos cruentas, aunque yo no estoy muy convencida de que realmente el animal no sufra con las trampas de resorte.

Las trampas eléctricas son sucias y presentan el inconveniente extra de que emiten radiación UV, por ello se debe limpiar a diario el área donde caen los insectos muertos y colocarlas de forma que no afecten a la colección (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

Hay que tomar una serie de precauciones con las trampas ya que el uso de éstas no está exento de problemas (NPS, 2005). Se debe evitar que las trampas se conviertan en una fuente de alimento para otras plagas problemáticas. Por ello se debe llevar a cabo un seguimiento regular de todas las trampas de plagas y desechar las trampas cuando ya no son útiles (si contienen una gran cantidad de plagas atrapadas o pierden su "adherencia") (NPS, 2005).

Así mismo se debe evitar el uso de trampas de feromonas o trampas cebadas dentro de las áreas de almacenamiento o de los armarios si existe un riesgo de atraer plagas a estas zonas. (NPS, 2005).

En las trampas pegajosas, cuando el insecto se ha quedado pegado, se debe extraer la superficie pegajosa si esta es desmontable, registrar el insecto y desecharlo, ya que como se ha dicho los



insectos muertos sobre las trampas constituyen un alimento para otros insectos como los escarabajos derméstidos (Pinninger y Harmon, 1999).

Se debe comprobar las trampas con frecuencia usando un horario establecido y tras la inspección y desechado colocar las trampas necesarias (NPS, 2005). La sustitución de las trampas además simplifica el registro de las capturas y reduce la confusión en el recuento (Pinninger y Harmon, 1999).

### 16.2.3 Tratamientos puntuales sobre los objetos tras la infestación

Cuando se ha producido la infestación, en ocasiones ha de tratarse de forma individualizada cada objeto. Esto puede hacerse sin contacto, como se ha visto a través de fumigación individualizada, atmósferas reducidas individualizadas con bolsas estancas o por medios de choque térmico entre otros.

Pero en otras ocasiones, el tratamiento de obras de arte infestadas como retablos o pintura sobre tabla, se ha hecho a través de la impregnación o inyección de diversos productos en el material infectado.

Por ejemplo en el tratamiento de madera se ha empleado por impregnación o inyección distintas sustancias tóxicas como el Xylamon, el Per-xil 10, Permetar, Corpol P-F, Xilodex matacarcomas, entre otros, que incorporan la permetrina como principio activo (Vivancos y Pérez, 2005).



**Figura 301. Tratamiento puntual de piezas de madera, a la izquierda impregnación con brocha por el reverso de una tabla policromada y a la derecha a través de la inyección del producto en los agujeros de salida creados por la carcoma.**

Para eliminar moho del cuero infectado el Canadian Institute of Conservation en 1993 recomendaba el empleo de tratamientos progresivos comenzando con una aspiración suave sin tocar la superficie para no mancharla con el moho, ayudándose posteriormente con una brocha. A continuación se

aplica con spray una mezcla de alcohol isopropílico, con una concentración de al menos un 40% (en este tratamiento se recomienda hacer una prueba antes en una zona poco visible para ver cómo puede afectar a la piel) (CCI, 1993). Actualmente este archivo ha sido eliminado de su página web.

Los hongos verdes encontrados en colecciones de aves, localizados especialmente en las patas y los picos pueden ser tratados con timol (entre 0,5, 0,1 y 0,05 %) mezclado con alcohol al 96% (Castillo et. al, 1999, citado por Muñoz-Saba y Simmons, 2005). Esta mezcla se aplica con pincel sobre la superficie infestada (Muñoz-Saba y Simmons, 2005). Para tratar igualmente hongos que aparecen en manos y pies de primates se emplea timol al 0,05 % en etanol de 96° (esta mezcla también se ha usado con murciélagos). Otra opción es aplicar silica gel en polvo (con indicador) para secar la humedad y matar al hongo (Muñoz-Saba y Simmons, 2005).

Los riesgos de las aplicaciones de contacto es que pueden manchar de manera irreversible el objeto, además de ocasionar otros problemas.

Por ello cuando se va a tratar un objeto se debe prestar atención al estado de conservación y a la composición del mismo, además del tipo de plaga a tratar y su ciclo biológico, para elegir el tratamiento más adecuado (Pinninger y Harmon, 1999).

El uso de un método inadecuado puede causar daños a los materiales y riesgos graves para la salud (Pinninger y Harmon, 1999).

Además debe realizarse antes de la implementación de cualquier método, las ya recomendadas pruebas previas.

### 16.2.4 Gestión integrada de plagas (IPM)

---

Muchos museos atacan a las plagas una vez se ha producido la infestación o por medio de la fumigación mensual de manera preventiva por empresas especializadas en el control de plagas (Quek et al., 1990; Spivak et al, 1981, citado por Pinninger y Harmon, 1999).

Aunque la aplicación rutinaria de pesticidas no impedirá la infestación de muchas plagas, tradicionalmente se está acostumbrado a seguir este enfoque (Pinninger y Harmon, 1999).

El problema, como ya se ha indicado es que la aplicación de químicos directamente sobre los objetos puede dañarlos y producir residuos indeseables (Zycherman y Schrock, 1988; Dawson, 1992, citado por Pinninger y Harmon, 1999). Además los otros métodos que no utilizan químicos como la aplicación de calor o la congelación también pueden dañar las colecciones si no se aplican de manera adecuada (Pinninger y Harmon, 1999).

Por esta razón, buscando un enfoque más preventivo y eficaz, reduciendo la posibilidad de daño en las colecciones, en los seres vivos y el medio ambiente, se empieza a tener en cuenta otros factores (Pinninger y Harmon, 1999) y nace el plan de gestión “Manejo Integrado de Plagas (MIP)”.

Los principios de un MIP se centran en la comprensión de la biología de las plagas y el ambiente del museo para evitar que las plagas se instalen (Pinninger y Harmon, 1999).

Los procedimientos pueden incluir la mejora de los edificios<sup>624</sup>, la modificación del medio ambiente, la colocación de trampas de monitoreo o el entrenamiento del personal.

Practicar los principios del MIP es el mejor enfoque para atacar las plagas ya que es un método holístico que no daña el medio ambiente y es sostenible. El MIP no excluye el uso de pesticidas pero ofrece alternativas para lograr el mismo objetivo (NPS, 2005) limitándose su uso a problemas específicos, (Pinninger y Harmon, 1999) y minimizando su uso de forma rutinaria (Pinninger y Harmon, 1999).

El coste de la implementación de un plan de este tipo al principio es alto pero tras la implementación el coste de tiempo y dinero es menor, dedicándose la mayoría del tiempo en inspeccionar e identificar plagas (Pinninger y Harmon, 1999).

Estas medidas son relativamente simples y económicas a largo plazo (Pinninger y Harmon, 1999).

El manejo integrado de plagas (IPM) incluye una serie de medidas pasivas (o indirectas) entre las que se encuentra (NPS, 2005):

- Conocimiento de las plagas<sup>625</sup> (Pinninger y Harmon, 1999)
- Encuestas e inspecciones<sup>626</sup>. (Pinninger y Harmon, 1999)

---

<sup>624</sup> No en todos los edificios es posible aplicar muchas medidas del IPM como en los edificios históricos (Pinninger y Harmon, 1999) entre los que estaría el MNCN.

<sup>625</sup> Identificar la especie es el primer paso y una de las cuestiones más importantes del IPM. Una identificación incorrecta supone un gasto de tiempo y recursos innecesarios al aplicar tratamientos y medidas que no son efectivas. (Pinninger y Harmon, 1999). En ocasiones el personal de la colección de entomología de la propia institución identifica la especie (Berry, 2001).

- Exclusión<sup>627</sup>. (Pinninger y Harmon, 1999)
- Procedimientos de limpieza<sup>628</sup> (NPS, 2005) y saneamiento adecuados (Pinninger y Harmon, 1999).
- Asegurarse de que alimentos, bebidas, tabaco y plantas vivas no estén en las áreas de colecciones ni próximas. Las áreas de descanso donde se come, no deben ubicarse cerca de las colecciones. La basura y otros residuos deben igualmente estar lejos de estas zonas (NPS, 2005)<sup>629</sup>.
- Buenos hábitos de trabajo, devolviendo los ejemplares a su lugar tras su uso (NPS, 2005).
- Almacenamiento adecuado, preferiblemente con unidades de almacenaje cerrado (NPS, 2005)<sup>630</sup>.
- Desarrollar prácticas preventivas como la cuarentena de los especímenes entrantes (NPS, 2005)<sup>631</sup>.
- Almacenar suministros de restauración (curatoriales) lejos de las áreas de almacenamiento como materiales de embalaje, ya que pueden estar infectados (NPS, 2005).

<sup>626</sup> Se debe identificar las áreas por donde las plagas pueden entrar en la institución, y delimitar las distintas áreas del museo como la tienda, los laboratorios, etc. En las colecciones de Historia Natural dado el volumen de especímenes que albergan se hace imposible inspeccionar cada uno, así que se hará una evaluación general para identificar las partes más vulnerables de la colección y las zonas del edificio de alto riesgo. Para conocer bien la instalación y ayudar a la toma de medidas que eviten la entrada de plagas se debe incluir las zonas aledañas del museo (Pinninger y Harmon, 1999).

Se debe usar un diagrama del museo para facilitar el trabajo, donde se apuntan las zonas susceptibles de infestación. Se debe hacer el monitoreo y las encuestas lo más frecuentemente que sea posible (al menos controlar las zonas de la colección y las trampas cuatro veces al año (Pinninger y Harmon, 1999).

<sup>627</sup> Las plagas se pueden prevenir si se evita la entrada de los insectos a la institución. La información que ha sido recopilada en encuestas muestra los puntos de entrada (Pinninger y Harmon, 1999).

Esto se puede lograr instalando juntas en las puertas, de tipo cepillo o de goma para la parte inferior y burletes a lo largo de los bordes superiores y en los laterales (Pinninger y Harmon, 1999).

Dependiendo del tipo de puerta (giratorio, de deslizamiento, simple o una puerta doble) el sellado de todas las aberturas puede ser complicado, pero la zona inferior suele ser la más problemática, y el sellado aunque no sea del todo eficaz reducirá la entrada (Pinninger y Harmon, 1999).

Las ventanas que no se abren nunca deben sellarse y las que se suelen abrir deben equiparse con elementos detectores de insectos (Pinninger y Harmon, 1999).

Además de por cuestiones de seguridad frente a las plagas el sellado de aberturas puede ahorrar hasta un 5% de gasto en las facturas (Pinninger y Harmon, 1999).

Así mismo se debe sellar la zona de alrededor de sumideros y otras tuberías o plomería que tengan holgura desde la pared (estas pueden sellarse con lana de acero o cobre y/o calafateado (Pinninger y Harmon, 1999).

Se pueden colocar trampas de luz UV en las puertas de entrada que evitará la entrada de insectos como polillas o moscas. Estas deben ser vaciadas semanalmente o más a menudo si fuera necesario (Pinninger y Harmon, 1999).

Las luces atraen a insectos de los cuales muchos sirven de alimento para derméstidos, atrayéndolos. Muchos mueren y quedan entre las estructuras de las luces y han de limpiarse regularmente (Pinninger y Harmon, 1999). Las luces exteriores se deben colocar sin que apunten al edificio para no atraer a los insectos hacia él.

<sup>628</sup> Se debe prestar especial atención a la limpieza rutinaria de almacenes ya que el polvo, pelo, papel y otros desechos atractivos para las plagas se suelen acumular en zonas de difícil acceso (Pinninger y Harmon, 1999). La aspiración es muy eficaz para mantener las áreas limpias (Storch, 2004).

Se debe hacer una limpieza intensiva una vez al año y en climas húmedos se puede hacer cada 3 meses (Pinninger y Harmon, 1999).

El personal de limpieza debe estar informado de donde están las áreas con problemas y qué protocolos seguir (Pinninger y Harmon, 1999) Las áreas infestadas deben ser limpiadas con profusión destruyendo los cuerpos de insectos y sus desperdicios (Pinninger y Harmon, 1999).

Además una buena ventilación y circulación de aire ayuda también a prevenir las infestaciones. Si se produce un crecimiento de moho se debe reducir la HR ambiental (Storch, 2004).

<sup>629</sup> Las plantas y la vegetación en y alrededor del museo atraen insectos, ni siquiera se debe permitir flores secas ni ramos de flores porque no solo atraen los insectos sino que pueden ser portadoras de ellos (Pinninger y Harmon, 1999).

<sup>630</sup> Las cajas que se usen poco deben sellarse en bolsas de polietileno y ser etiquetadas (Pinninger y Harmon, 1999).

<sup>631</sup> Todo el material infestado debe denegarse antes de la entrada en la instalación y se introducirá en bolsas para evitar la expansión (Pinninger y Harmon, 1999). Aislar los objetos sospechosos de estar infestados para evitar la propagación a otros objetos (Pinninger y Harmon, 1999). los insectos hacia él (Pinninger y Harmon, 1999).

- Eliminar al menos uno de los requisitos de supervivencia de las plagas como el alimento, el agua, las condiciones climáticas adecuadas y posibles refugios (NPS, 2005).
- Monitoreo de Plagas (Pinninger y Harmon, 1999). Realizar inspecciones periódicas, especialmente de materiales propensos a la infestación además de observar las trampas naturales como son las ventanas y las telas de araña. Usar además trampas pegajosas con o sin feromonas (NPS, 2005).
- Mantenimiento de registros. (Pinninger y Harmon, 1999) Documentar cuestiones como fechas de inspección o las actividades de limpieza (NPS, 2005)<sup>632</sup>.
- Diseño adecuado de instalaciones (NPS, 2005).
- Equipos de almacenamiento adecuado (NPS, 2005).
- Modificación del Medio Ambiente y manipulación. (Pinninger y Harmon, 1999).
- Eliminación de la vegetación. (Pinninger y Harmon, 1999).
- Educación / formación<sup>633</sup> (Pinninger y Harmon, 1999).

Para aplicar estos objetivos se pueden seguir algunos procedimientos que se citan a continuación (Pinninger y Harmon, 1999):

- Llevar a cabo un estudio preliminar para identificar las áreas de alto riesgo y objetos.
- Incluir el exterior de los edificios, galerías, tiendas y todas las demás áreas en este croquis.
- Colocar las trampas de monitoreo en una cuadrícula.
- Planear un programa detallado de inspección.
- Comprobar los regímenes de limpieza.
- Revisar los contratos de control de plagas existentes.
- Examinar los movimientos de objetos dentro y fuera del museo.
- Planear una estrategia de cuarentena.
- Formar un equipo pequeño para facilitar la comunicación y repartir el trabajo del IPM. Esto puede, por ejemplo, incluir, conservación, gestión de cobro y gestión de edificios.
- Examinar las necesidades de formación y sensibilización.
- Elaborar un esquema de estrategia de IPM a seguir para corto y largo plazo.
- Determinar los presupuestos necesarios para IPM.

---

<sup>632</sup> Los registros precisos y completos de la presencia y de las actividades de las plagas son vitales en un MIP. De esta manera el coordinador del programa podrá determinar si es necesario algún cambio, prestar más atención a las zonas problemáticas e identificar si las infestaciones se producen en una estación del año en concreto o es de manera casual (Pinninger y Harmon, 1999).

La información más valiosa en ese registro es la correcta identificación del tipo de plaga, el número de individuos capturados por las trampas y en qué ciclos vitales se encontraban (Pinninger y Harmon, 1999).

La información recopilada debe mantenerse en libros de registro u hojas de cálculo (que permite la realización de tablas y gráficos para hacer estadísticas) (Pinninger y Harmon, 1999). Los datos registrados son útiles como referencia en futuras encuestas, ya que ayudarán a comparar las capturas atrapadas, la tendencia a la reaparición y las zonas calientes donde se da una actividad frecuente de estas plagas donde deberán centrarse los esfuerzos de control (Pinninger y Harmon, 1999).

Estas comparaciones también ayudarán a comprobar la eficacia de los controles, y si se debe hacer modificaciones en estos sistemas (Pinninger y Harmon, 1999).

Un buen registro puede ayudar a determinar si se ha presentado un nuevo problema o si es un problema que persiste (NPS, 2005).

<sup>633</sup> Todo el personal debe estar informado sobre el programa MIP para responder a las consultas de los visitantes sobre las trampas de monitorización y debe estar capacitado para reconocer los daños causados por plagas (ver fuente si es Pinninger), al igual que otro tipo de indicios como túneles, capullos viejos, etc. (Pinninger y Harmon, 1999).

Las medidas pasivas no incluyen la aplicación de productos tóxicos en los especímenes (NPS, 2005).

Las zonas de almacenaje son las más importantes para implementar las medidas de MIP. Los objetos al aire son más vulnerables a los ataques de plagas pero también es peligroso que una plaga se desarrolle en un espacio cerrado sin ser descubierta. La inversión en buenas unidades de almacenamiento es un componente clave del MIP (Pinninger y Harmon, 1999).

Por esta razón es mejor tener una habitación aislada separada del resto de objetos que están libres de infestación (Pinninger y Harmon, 1999).

Las zonas más propensas a sufrir infestación son el laboratorio de conservación o la oficina de preservación ya que suelen albergar especímenes a la espera de tratamiento inclusive de desinfección. Además se tratan en el mismo espacio objetos infestados y no infestados pudiendo trasladarse los insectos de unos a otros acrecentando el problema (Pinninger y Harmon, 1999).

Los objetos bien iluminados en exposición son menos propensos a sufrir una infestación ya que las zonas oscuras favorecen la anidación (Pinninger y Harmon, 1999).

El control medioambiental es uno de los pasos claves del IPM como se ha visto en el capítulo de conservación preventiva. Por ello se debe tomar algunas medidas para ayudar a que los parámetros de HR se mantengan estables como reparar las fuentes de agua porque pueden sufrir infestación por moho (Pinninger y Harmon, 1999) o en las áreas de almacenaje sin climatizar colocar un paquete de gel de sílice condicionado a 50% de HR y sellarse en una bolsa de polietileno para que conserve una HR constante. Se puede colocar un termohigrómetro o una tira indicadora dentro de la bolsa para facilitar la inspección periódica del mismo (Pinninger y Harmon, 1999).

Las medidas activas son respuestas a problemas ya producidos como:

- Daños causados por plagas (NPS, 2005)
- La aparición de excrementos de plagas u otros restos (NPS, 2005).
- El descubrimiento de plagas vivas (NPS, 2005).

Las medidas activas comprenden tanto la vigilancia como los procesos de erradicación (NPS, 2005):

- 1) Se debe aislar el problema, introduciendo los especímenes infectados en bolsas o láminas de polietileno y trasladándolo lejos de la colección (NPS, 2005). Así mismo los objetos ya desinfectados susceptibles al ataque de insectos se pueden colocar en bolsas de polietileno transparentes y/o termoselladas para evitar que se vuelvan a contagiar, manteniéndolos separados los materiales infestados de las áreas de almacenamiento (Pinninger y Harmon, 1999). Verificar la evidencia de actividad de plagas para saber si la plaga está activa (NPS, 2005).
- 2) Se debe determinar la magnitud de la infestación averiguando qué parte de la colección está infestada (NPS, 2005). Esto implica evaluar el grado de la infestación y el daño hecho a los objetos (Berry, 2001)
- 3) Inspeccionar y limpiar las áreas y materiales infestados (NPS, 2005).
- 4) Sustituir los suministros de almacenaje que puedan haber estado en contacto con la plaga (NPS, 2005).



- 5) Mantener una estrecha vigilancia de la zona que se ha infestado. Esto puede lograrse usándose trampas pegajosas (NPS, 2005).
- 6) Alertar a otros miembros del personal en el edificio de la presencia de la plaga (Berry, 2001)
- 7) Organizar el tratamiento (Berry, 2001)

Además se debe plantear una serie de preguntas como (Pinninger y Harmon, 1999):

- ¿Dónde y cuándo han habido problemas de plagas en el pasado? (Pinninger y Harmon, 1999)
- ¿Qué tipo de plagas? (Pinninger y Harmon, 1999)
- ¿Qué tipo de colecciones u otros materiales estaban infestados? (Pinninger y Harmon, 1999)
- ¿Cómo se resolvió el problema? (Pinninger y Harmon, 1999)
- ¿Quién se hizo cargo de estos problemas (por ejemplo, la empresa de control de plagas, departamento de la casa)? (Pinninger y Harmon, 1999)
- ¿Con qué frecuencia se llevan a cabo encuestas de colecciones y por quién? (Pinninger y Harmon, 1999)
- ¿Cuál es el procedimiento actual para hacer frente a los materiales infestados? (Pinninger y Harmon, 1999)

Cuando ya se ha producido la infestación puede ser necesario aplicar una acción correctiva. La elección del método de control de plaga más adecuado para evitar el daño en el objeto y el medio ambiente es complicada (Pinninger y Harmon, 1999).

Dentro de los procedimientos de erradicación de plagas se pueden emplear los distintos tratamientos ya citados antes de emplear químicos peligrosos como son los diversos tipos de trampas (NPS, 2005)<sup>634</sup>, tratamientos de congelación (NPS, 2005), tratamientos con calor (60°C) (NPS, 2005) o entornos anóxicos (NPS, 2005).

En ocasiones dentro de las estrategias MIP puede encontrarse el uso de un insecticida en una parte del museo para evitar que se extienda la infestación (esto incluye la estructura del edificio) (Pinninger y Harmon, 1999).

El éxito del programa está en realizar una planificación adecuada (Pinninger y Harmon, 1999).

Los diferentes puntos del plan se pueden diseñar en función de los problemas encontrados. Además distintas zonas de la colección pueden requerir enfoques distintos (Pinninger y Harmon, 1999).

Muchas facetas del IPM están interrelacionadas (Pinninger y Harmon, 1999) por ello para tener éxito en la implementación, el plan debe incluir todas las técnicas de control planteadas, no solo una, teniendo un enfoque multifacético (Pinninger y Harmon, 1999).

---

<sup>634</sup> Ya que las estanterías son propensas a sufrir plagas, las trampas de monitoreo deben ser instaladas en los estantes de las estanterías y comprobarlas de forma rutinaria (Pinninger y Harmon, 1999). También se deben colocar de forma discreta cerca de los objetos en exposición. En las zonas donde se exponen mamíferos y aves se debe tener junto a ellos trampas para polilla (Pinninger y Harmon, 1999), y donde haya fibras vegetales también de escarabajos (Pinninger y Harmon, 1999). Las trampas de monitoreo adhesivas se deben colocar en todas las puertas y ventanas y realizar una inspección semanal (Pinninger y Harmon, 1999). Las comprobaciones deben incluir las zonas de debajo, detrás y sobre los estantes buscando polvo fino que indicará la perforación de la madera por un xilófago, también puede haber excrementos de insectos y roedores, vainas de insectos o insectos muertos o vivos (Pinninger y Harmon, 1999).

El IPM se puede modificar para adaptarlo a cualquier situación en cualquier momento y debe ser práctico y acorde a las posibilidades de la institución (dotación económica, tiempo, etc.) (Pinninger y Harmon, 1999). Se puede añadir nuevos enfoques o eliminar alguno si más adelante se requiriese. (Pinninger y Harmon, 1999).

El MIP se debe establecer en el Museo en un principio siguiendo unas tablas/normas/pasos de referencia. Con el tiempo y visto las necesidades y prioridades del museo se van adaptando (Rossol y Jessup, 1996 citados por Pinninger y Harmon, 1999). Para desarrollarlo en muchas ocasiones se ha tomado como base la aplicación del MIP en una zona concreta, modificándolo si es preciso, y si funciona ya se amplía al resto del museo adaptándolo a cada zona (Pinninger y Harmon, 1999).

Un ejemplo es la adaptación del Museo de Denver de Historia Natural al MIP suspendiendo el uso regular de fumigantes tóxicos en armarios con cristales PDB y tiras DDVP, cambiando algunos espacios de lugar, realizando un monitoreo regular<sup>635</sup>, fumigación localizada de gabinetes infestados, haciendo encuestas que repetían cada 5 años<sup>636</sup>, instalando también un sistema de ventilación High Exchange y dando más importancia a las operaciones de limpieza<sup>637</sup>. Además de emplearon insecticidas de baja toxicidad<sup>638</sup> y trampas de insectos en los dioramas<sup>639</sup> (Webb et al., 1989)

---

<sup>635</sup> Examinado cada piel a fondo con brocha suave y pinzas (Webb, Patterson, Meaney, Snellgrove, 1989). Dentro de las inspecciones periódicas, cada diorama se inspeccionan anualmente siguiendo protocolos de limpieza y aplicando los principios del MIP, documentando todos los procesos seguidos (Webb et al., 1989).

<sup>636</sup> El cuestionario comprendía preguntas como presencia de insectos, de residuos aceitosos en especímenes y etiquetas, alcance de los daños en los especímenes, pérdida o deterioro de etiquetas, suciedad en especímenes, condiciones de almacenaje y presencia de elementos extraños como alambres, cuerdas, etc. (Webb et al., 1989).

<sup>637</sup> Limpieza de los vidrios de las vitrinas, eliminación de polvo y excrementos de insectos en los dioramas con aspirador (Webb et al., 1989).

Los filtros UV de las lámparas que actúan también como trampas para los insectos se comprobaban mensualmente (Webb et al., 1989).

<sup>638</sup> Se emplea Dursban® (0,5% clorpirifos) en agua pulverizado, que no deja residuos visibles, junto con Ficam D® (bendiocarb), un tratamiento puntual en polvo aplicado en el interior de grietas y hendiduras. También se empleó ácido bórico debajo del suelo de exposiciones. Los productos químicos no se aplican directamente a los especímenes. (Webb et al., 1989).

<sup>639</sup> Después de suspender la fumigación regular en las colecciones de investigación, el Departamento de Zoología instituyó un programa de mantenimiento preventivo consiste en la inspección anual de los especímenes e inspecciones trimestrales de las trampas adhesivas de insectos, reponiendo además el Insectape® (insecticida residual de baja toxicidad que contiene un carbamato llamado proxur) de los armarios de especímenes. Los armarios infectados por derméstidos se sellaron dos semanas junto con DDVP para acabar con la plaga inspeccionándolos después (Webb et al., 1989).

### 16.2.5 Pesticidas y control de plagas en el MNCN

---

Cómo se ha visto a lo largo de esta tesis el MNCN tiene una larga tradición en el uso de pesticidas tóxicos. De momento se desconoce que tratamientos se han empleado antes de la época de renovación pero si se tiene certeza del uso de productos arsenicales, como los existentes en el interior de los especímenes en forma de jabón arsenical, o el bórax (Barreiro, J., com. personal, 2014).

En la colección de aves y mamíferos históricamente se han empleado productos como el Vapona, la naftalina, el paradiclorobenceno, la esencia de mirbana (Nitrobenceno), el Daufium (en colecciones de naturalizaciones), el dicloroetano y tetracloruro de Carbono (Barreiro, J., com. personal, 2010).

A principios del siglo XXI tras varios casos de cáncer (12 casos) especialmente en la sección de entomología se sospechó que el causante era la esencia de mirbana y se hizo un estudio, retirándose el uso posteriormente. Así mismo se han eliminado muchos otros productos tóxicos (Barreiro, J. com. personal, 2014).

En la actualidad como ya se ha comentado la colección de estudio de aves y mamíferos del Museo se conserva en condiciones de baja temperatura (15° -16,5 ° C, ya que a esta temperatura los huevos no eclosionan.) (Barreiro, J. com. personal, 2014). En el almacén visitable la temperatura de confort existente es de 22° C (Barreiro, J. com. personal, 2014).

El almacén de Arganda como se ha visto no tiene controles de temperatura y se fumiga dos veces al año con peretrinas<sup>640</sup> (Barreiro, J., com. personal, 2014).

Cuando entraba una nueva pieza a la colección antiguamente se fumigaba, como medida de cuarentena, actualmente se introduce en un congelador a menos 70° C.

Además el Museo cuenta con un programa de gestión de plagas donde una empresa trata las cuestiones más corrientes y específicas en colecciones concretas como la de Entomología y la de Aves y Mamíferos. Ésta se encarga de poner trampas para insectos y actuar cuando consideran pertinente (Barreiro, J., com. personal, 2015).

El deseo del personal de la Colección de Aves y Mamíferos de reinstalar el laboratorio de taxidermia no puede realizarse ya que no existe un espacio idóneo para albergarlo

---

<sup>640</sup> A las 4 hs de la fumigación con gas ya se puede entrar en el espacio fumigado, pero para asegurar que no es nocivo esperan hasta 2 días.

## 16.3 LIMPIEZA

### 16.3.1 Fundamentos de la limpieza

---

¿Qué es la limpieza de bienes culturales?

Son aquellas operaciones cuyo objetivo es la eliminación de sustancias que disturben la lectura general y pongan en peligro la estabilidad del bien.

Los motivos para limpiar un artefacto durante las labores de conservación-restauración de una pieza pueden ser históricos, científicos, artísticos, culturales o como medida preventiva para evitar daños mayores como una infección o la abrasión de las superficies (Mason y Graham, 2005). Como puede observarse, las razones para plantear la limpieza de las obras son múltiples, pero también pueden existir razones para evitar estas actuaciones. Entre ellas, que los especímenes de historia natural pueden portar contaminantes en su superficie o parásitos que aportan datos valiosos sobre su hábitat y relaciones con el medio (Pettitt, 1994, citado por Mason y Graham, 2005).

El protocolo de actuación debería ser progresivo, es decir, deberían acometerse las operaciones de limpieza comenzando con la opción menos invasiva y considerando los beneficios e inconvenientes de los métodos y productos que vamos a usar (Rae, 2014).

Al constituir la limpieza un tratamiento irreversible, se debe documentar muy bien ésta<sup>641</sup> a través de documentación escrita y fotográfica antes, durante y después del proceso, como se lleva a cabo con otro tipo de bienes culturales (NPS, 2005).

Antes de proceder a la limpieza deben seguirse unos principios y pautas que se reflejan, por ejemplo, en el decálogo del Ministerio de Cultura español (MCU, 2003). En él se recogen ideas como el principio de mínima intervención, en el que se asume "la degradación natural del paso del tiempo" (MCU, 2003), se rechazan los tratamientos muy invasivos que ponen en peligro la integridad del objeto y que dañan su legibilidad y se recoge la necesidad de evitar la eliminación sistemática de añadidos históricos; en caso de proceder a este último proceso, debe realizarse de manera perfectamente razonada y justificada, documentando exhaustivamente aquello que se va a eliminar. También se indica que deben dejarse testigos discretos de los elementos que van a desaparecer. Por otro lado, el texto apunta a que la limpieza "nunca debe alterar los materiales que componen la obra, ni su estructura, ni el aspecto primitivo de la misma" (MCU, 2003, p. 2).

También señala el texto que el proceso debe ser homogéneo y "no caprichoso", es decir, "deben evitarse limpiezas que respondan a intenciones no muy lícitas creando falsos históricos"<sup>642</sup> (MCU, 2003). Este principio debería ser extrapolable a las colecciones de historia natural.

---

<sup>641</sup> Ya sea hecha por el personal de recolección o un conservador /by collection staff or a conservator

Respecto a los productos empleados señala que deben estar reconocida su eficacia y aún así hacer catas para probar su idoneidad (MCU, 2003), como ya se ha señalado en la introducción a la conservación curativa.

La primera cuestión que ha de plantearse el profesional conservador-restaurador es ¿Debo limpiar la pieza? (Mason y Graham, 2005). La limpieza es una de las operaciones más invasivas e irreversibles de la restauración. Los agentes de limpieza y de reparación pueden llegar a estar íntimamente asociados con los artefactos e influir en su estabilidad a largo plazo (Rae, 2014). Debe tenerse en cuenta que la limpieza puede deteriorar el ejemplar; por una parte, debido a que pueden eliminarse las grasas naturales de los especímenes, como la grasilla de protección que algunas aves se aplican desde la glándula uropigial y, por otro lado, porque los disolventes o los materiales sólidos pueden deteriorar el color natural de pelajes y plumajes entre otros daños.

Se debe restringir la limpieza en especímenes que no estén en buen estado. No se deben aspirar aquellos que sufran por ejemplo descamación de la piel o de la pintura, que tengan plumas sueltas o partes y apéndice frágiles (NPS, 2005).

La limpieza de especímenes biológicos puede acarrear también daños mecánicos. Además, mediante el aspirado, pueden llegar a eliminarse ectoparásitos útiles en la identificación de un organismo huésped (en pieles de estudio) (NPS, 2005).

A continuación, pueden darse otra serie de interrogantes. Allyson Rae, restauradora del Museo Británico "*British Museum*" aporta una serie de preguntas que el profesional debe hacerse como paso previo a acometer una operación de limpieza en cualquier tipo de bien cultural, pero referido en este caso a colecciones etnográficas, como son (Rae, 2014):

- ¿Sólo se va a realizar una limpieza o también de manera conjunta otras operaciones como reversibilizar una deformación o recolocar las barbas de una pluma?
- ¿Qué efectos se desean lograr con la limpieza?
- ¿Cuáles son los riesgos para el espécimen y para las personas?
- ¿Cuál es el nivel de limpieza deseado y posible?
- ¿Qué sustancias deben emplearse en la limpieza?
- ¿Puede un detergente ser eliminado eficazmente?
- ¿Cuáles son los efectos a largo plazo de los residuos?
- ¿Qué efectos tienen los agentes de limpieza sobre los colorantes?
- ¿Y hacia la posible pérdida de aceite de acicalado (aceite uropigial)?
- ¿Puede llevarse a cabo con éxito el secado?
- ¿Puede migrar la suciedad en vez de eliminarse ésta?
- ¿Pueden provocarse desigualdades en la limpieza debido a la variedad de composición de los materiales?
- ¿Pueden producirse reacciones adversas en materiales menos visibles?
- ¿Puede provocarse la pérdida de información?.

---

<sup>642</sup> Fruto de una época. Esta afirmación se refiere a las limpiezas parciales que se hacían sobre todo en los siglos XVIII y XIX insistiendo más en los tonos más claros por considerarlos más resistentes y tratando de eliminar restos de suciedad, lo que creaba desequilibrios en la composición y confusión sobre la obra ("falsos barrocos")

Otra pregunta que debería hacerse el profesional es ¿qué materiales deben conservarse y respetarse de las piezas naturalizadas? Es decir, ¿qué materiales no deberían ser eliminados con la limpieza? A grandes rasgos pueden citarse los básicos: aceites naturales (aceite uropigial), color, textura, o policromías originales.

Cuando ya se ha decidido realizar la limpieza, puede ser necesario sin embargo realizar otros procesos previos, como **determinar la presencia de arsénico u otros elementos tóxicos** y no comenzar la limpieza hasta entonces (Shelton, 1996). Además, podría ser necesaria una consolidación previa. Y, por supuesto, antes de abordar la limpieza propiamente dicha, también habrán de realizarse pruebas previas con metodologías y sustancias diversas (Mason y Graham, 2005).

Un tipo de limpieza muy habitual consiste sencillamente en eliminar el polvo, mal del que se ve aquejada gran cantidad de piezas. Estas acciones son realizadas habitualmente por el personal del museo, entre los que se encuentran los conservadores, preparadores o taxidermistas. Estas limpiezas deben realizarse con sumo cuidado, porque se puede dañar el espécimen (NPS, 2005).

Para otras limpiezas más complejas, se debe elegir una técnica o combinación de técnicas de limpieza que sea eficaz pero también que produzca el menor daño posible (Mason y Graham, 2005).

En la elección del método influye el tamaño y la forma del objeto, la presencia de otros materiales, el tipo de suciedad, (por ejemplo grasa o polvo) y de material a limpiar, el estado de conservación incluidas alteraciones históricas como teñidos, cuestiones de salud y seguridad por la presencia de tóxicos, recursos necesarios para realizar el tratamiento y el grado de limpieza requerido (Mason y Graham, 2005). También debe considerarse la toxicidad de los productos que van a emplearse en los tratamientos.

Por otro lado, particularidades especiales de los ejemplares y de su "entorno" harán que a menudo se deba eliminar suciedad y manchas no frecuentes y que deban adoptarse otros protocolos e investigar otros tratamientos. Algunos ejemplos podrían ser los incendios e inundaciones. En el caso de los incendios pueden citarse las investigaciones que se realizaron a raíz del acaecido en el Museo Real Saskatchewan "*Royal Saskatchewan Museum*" en Canadá, donde tuvieron que desarrollar protocolos de actuación nuevos y progresivos (que seguramente han marcado los seguidos en la limpieza de colecciones de historia natural y etnográfica), ya que los procesos de eliminación del hollín son muy diferentes a los típicos empleados en la eliminación de polvo y otro tipo de suciedad<sup>643</sup>. El tiempo juega un papel muy importante en este proceso<sup>644</sup>. (Spafford-Ricci y Graham; 2000). El agua por ejemplo, no es capaz ni de mojar el hollín ni de extraer la suciedad y los disolventes orgánicos eficaces contra este tipo de suciedad pueden extraer los productos coloreados además de provocar la fijación

---

<sup>643</sup> El hollín es una de las sustancias tipo partícula que más se arraiga sobre la superficie de un artefacto. Para la eliminación eficaz de éste, debe usarse técnicas que no rompan las delicadas aglomeraciones de hollín en partículas más finas. (Spafford-Ricci y Graham, 2000).

<sup>644</sup> La naturaleza ácida del hollín hace que se deba acelerar el proceso de eliminación para evitar los daños derivados del pH. Además, con el paso del tiempo éste se adhiere con más fuerza a las superficies. Esta circunstancia puede deberse a un proceso de reticulación, por haberse compactado durante una manipulación excesiva o por una exposición a una humedad relativa alta (Spafford- Ricci y Graham, 2000).



de los componentes oleosos junto con las partículas de carbono negro (Spafford-Ricci y Graham; 2000).

La aplicación de otros tratamientos especiales puede derivar también, por ejemplo, de los problemas generados por una mala preparación, como en el caso de la presencia de lípidos en los especímenes que tarde o temprano migran al exterior de la pieza. Este último caso es muy problemático y las grasas son difíciles de eliminar como veremos más adelante. Tradicionalmente han sido retiradas mediante tratamientos “desengrasantes con disolventes, muchos tóxicos, o con agua caliente o vapor que puede dañar los especímenes. Recordar que muchas de estas grasas son lípidos lábiles y la mayoría pueden ser eliminados con etanol (NPS, 2005).

Otros ejemplos de casos especiales de limpiezas y tratamientos de restauración derivan de la funcionalidad del objeto, como es el caso de la colección de aves perteneciente a la Facultad de Bellas Artes de Madrid que, al formar parte de los bodegones de la clase de pintura, muestran machas de óleo y acrílico accidentales y a veces intencionadas, como cuando se han pintado las uñas a un pájaro naturalizado.

### **16.3.2 Materiales, metodologías y herramientas de limpieza.**

---

Históricamente, la limpieza de obras de arte se ha acometido, con mayor o menor acierto, con diferentes productos, como por ejemplo agua o disolventes, en general con ayuda de algodón, esponjas, etc. La aparición de nuevos métodos de limpieza surge primeramente como una preocupación por la toxicidad de los productos empleados. Por otra parte, la aparición en los medios artísticos de nuevos productos y metodologías de trabajo (por ejemplo el medio acrílico) dan lugar al surgimiento de nuevas técnicas de limpieza, como la potenciación de los métodos acuosos o el uso de protocolos de limpieza en seco al ser más frecuente no barnizar las pinturas.

Dentro del mercado existen una amplia gama de productos, pero en cada parte de la pieza podrán emplearse unos u otros ya que, como ya se ha comentado, una naturalización está compuesta por una amplia gama de materiales de diferente naturaleza y morfologías. De igual manera, como se ha indicado, el estado de conservación de la pieza y la naturaleza de la “suciedad” que debe eliminarse dictarán en gran medida la elección del tratamiento (Rae y Wills, 2002, 43).

Cuando se debe acometer una limpieza de una obra de arte se siguen como es sabido unos pautas: estudio de la pieza, catas de limpieza y generalmente se aplican unos protocolos de limpieza paulatinos que van desde el procedimiento menos invasivo en adelante<sup>645</sup>.

La clasificación de los métodos de limpieza varía de unas fuentes a otras. Generalmente se suelen estructurar y dividir los mecanismos de limpieza de acuerdo a las siguientes metodologías: Métodos físicos o limpieza mecánica, métodos físico- químicos o limpieza físico-química y métodos químicos. También se clasifican como limpieza en seco, en húmedo y metodologías diversas de limpieza. La

---

<sup>645</sup> Este tema es algo controvertido porque lo que es inocuo para un material es nocivo para otro, pero ha de crearse una metodología para garantizar la conservación de la obra de arte.

autora de la tesis ha seleccionado esta última clasificación a fin de facilitar la comprensión de todo lo explicado a continuación. Un gran número de fuentes de conservación y restauración de material etnográfico y de colecciones de historia natural consideran esta clasificación también como la más idónea.

La adecuación y efectividad de la limpieza dependerá, como ya se ha indicado, de la naturaleza del objeto a preservar, del estado de conservación del mismo, de la composición de la suciedad y grado de adhesión de ésta sobre el espécimen o elemento a limpiar (determinado por factores como polimerización, cambios químicos, etc., que harán que la suciedad sea más tenaz) y de otros factores. Por ejemplo, en el Museo Shaskatchewan ya citado se comenta que a veces el uso anterior de un producto en una limpieza puede dificultar la retirada posterior de la suciedad, como ocurre cuando se emplean brochas para retirar el hollín cuando se trata de aspirarlo y como contrapartida se compacta este carbón (Spafford- Ricci y Graham, 2000).

Existen infinidad de materiales, metodologías y herramientas que pueden utilizarse, pero también es fundamental la habilidad y experiencia del restaurador en el manejo de los mismos. Si dentro del amplio abanico de materiales podemos utilizarse varios para el mismo fin, siempre es recomendable emplear aquello con lo que se esté más familiarizados o, al menos, realizar pruebas.

Se ha investigado mucho acerca de cómo afectan los distintos agentes de limpieza a las obras de arte. Pero como indican Mason y Graham, 2005, el inconveniente es que las recomendaciones que surgen de ensayos de limpieza son realizados, en muchas ocasiones, sobre materiales nuevos (por ejemplo sobre plumas nuevas) y no pueden extrapolarse a plumas envejecidas. Además, en las publicaciones no suele haber información sobre la condición, el color, la especie, el tipo y edad de las plumas que se están testando. Existen contradicciones en los diferentes artículos publicados. El grado de limpieza deseable entre unos investigadores y otros puede variar. Por eso Janet Mason y Fiona Graham recomiendan aportar en las publicaciones una información mejor cuantitativa que cualitativa (ponen ejemplos como que se ha eliminado el 75% de partículas en una limpieza visto bajo microscopio con una ampliación de 30x en vez de decir que la limpieza ha sido insuficiente). La limpieza con soluciones acuosas con y sin detergente debe ser estudiado en mayor profundidad, ya que en general funciona mejor que la que puede obtenerse con disolventes orgánicos y es más segura para el conservador (Mason y Graham, 2005).

#### **16.3.2.1 Limpieza en seco o limpieza física**

Las bondades de la limpieza en seco son, entre otras, que son aplicables a materiales sensibles al agua o evitan la posible migración de la suciedad por la utilización de este elemento. Además es más inocua para la pieza, en principio, que la que implica el empleo de disolventes. Presenta el inconveniente de que los materiales empleados pueden dejar residuos químicos y en forma de partículas. Además, pueden abrasionar y pulir las superficies y desarrollar un nivel de limpieza bajo o desigual (Daudin y Van Keulen 2011). La acción mecánica excesiva y prolongada también puede conducir a la re-deposición de partículas (Rice, 1967, citado por Mason y Graham, 2005)

Para evaluar la idoneidad de este tratamiento se deben estudiar cambios en las propiedades mecánicas de la película /superficie tratada, aspecto de la superficie, como cambios en el brillo o aparición de velos y la observación de las partículas residuales (por si portan color entre otros).

Se pueden distinguir entre aquellos materiales que desplazan la suciedad y los que la absorben. Por otro lado, como con cualquier otro producto, muchas veces los componentes específicos que figuran en las fichas técnicas no se corresponden al 100 % con la realidad. En el proyecto "The dry cleaning Project" se testó la composición de varios de estos productos comerciales, concluyendo que, efectivamente la composición difería ligeramente de la indicada (Daudin y Van Keulen, 2011).

Los métodos de limpieza en seco comprenden el aspirado, el realizado con esponjas, trampas moleculares, el bisturí, las gomas, etc.

En el caso de la presente investigación, se aludirá únicamente a los que han sido empleados en la limpieza de piel y plumas.

Un método tradicional y sencillo para eliminar el polvo, empleado por taxidermistas, consiste en agitar un **ala de búho** sobre la superficie del objeto moviendo el polvo de la misma (Spafford-Ricci y Graham, 2000) y siendo recogido del aire con un aspirador antes de que se vuelva a depositar sobre el objeto (Mason y Graham, 2005). Esta técnica es útil para objetos no muy sucios o como un paso preliminar a otras técnicas. La ventaja que presenta es que las aglomeraciones de suciedad se eliminan antes de que se rompan y penetren en profundidad en la pieza (Mason y Graham, 2005 citado por Arnoldsson, 2012).

#### 16.3.2.2 Aspiración e insuflar aire (aire a presión)

Tradicionalmente se había empleado en vez del uso de la aspiración el de aplicar aire a presión; si bien este procedimiento es altamente efectivo, posee dos inconvenientes básicos: pueden desprenderse piezas y se esparcen los contaminantes y suciedad por el aire. Además, pueden acarrear otros problemas como se verá en el apartado dedicado a aves y plumas. El Servicio de Parques Nacionales de estados Unidos opina que no debe limpiarse un espécimen con aire a presión (NPS, 2005).

Jack Thiney indica que el uso del aire comprimido proyectado bajo presión, puede ser un medio eficaz de retirar el polvo, pero debe realizarse con un aparato que permita regular su flujo y siempre en la dirección del crecimiento del pelo y las plumas. (Thiney, 2002).

Por el contrario, frente a la insuflación de aire, la aspiración presenta la ventaja de que permite el almacenamiento del polvo retirado y puede asociarse con un cepillado (Thiney, 2002)

Las operaciones de aspirado deben ser acordes al material que se está interviniendo (NPS, 2005). Se suele empezar con una aspiración

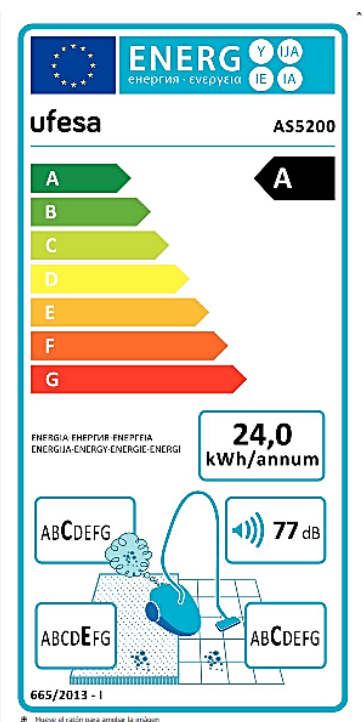


Figura 302. Etiqueta energética

de la pieza con un aspirador que posea un filtro HEPA o mejor un filtro ULPA<sup>646</sup> cuya función es la de atrapar partículas de pequeño tamaño que podrían ser nocivas para el organismo, como alérgenos o elementos tóxicos como podría ser el arsénico. No todos los aspiradores soportan todos los tamaños de filtro HEPA. En el mercado en la gama media, de uso generalmente doméstico, los aspiradores suelen llevar un filtro HEPA10 que atrapa un tamaño de partícula de 2.0  $\mu\text{m}$  como máximo. Algunos filtros HEPA se pueden lavar en la lavadora, lo que a nivel económico es una ventaja. Actualmente la EU ha establecido que a partir de septiembre de 2014 los aspiradores lleven una etiqueta energética en la cual se reflejan datos como el consumo o la eficiencia respecto a la aspiración. Es fundamental conocer el grado de reemisión de polvo, ya que aunque un aspirador posea un filtro HEPA adecuado, no significa que el aire de escape sea limpio, ya que influyen factores como el sellado idóneo del aparato. En este caso, el tamaño de partícula para el arsénico detectado durante la realización de esta tesis en dos aves naturalizadas oscila entre 5  $\mu\text{m}$  y 8  $\mu\text{m}$  (Gil et al., 2014) así que en teoría un filtro HEPA10 podría atraparlo.

Durante el aspirado de estas piezas, se recomienda el uso de pantallas o filtrar la boca de aspiración con una malla, ya que en caso de que por accidente se aspire alguna parte del espécimen, pueda recuperarse. No hay un estándar en el tipo de filtro que poner a la boquilla del aspirador. En la limpieza de arte plumario en el Museo de América en Madrid, interponen una malla montada en un bastidor (Amenaga, 2008). Esta opción tiene la ventaja de que no se descolocan las plumas pero el inconveniente de que se corre el riesgo de aplastarlas y de incrustar más la suciedad con el contacto (Mason y Graham, 2005). Con el uso de la malla en la boquilla previsiblemente las plumas se desordenan, pero se les puede volver a dar forma con los dedos y herramientas dentales (Mason y Graham, 2005). Se debe elegir el método que mejor se adecúe a nuestras necesidades.

---

<sup>646</sup> HEPA: *High Efficiency Particle Arresting*. ULPA: *Ultra Low Particulate Air*. Son filtros de aire compuestos por una malla de fibras, generalmente fibras de vidrio dispuestas al azar. El diámetro de dichas fibras oscila entre 0,5  $\mu\text{m}$  y 2  $\mu\text{m}$ . Existe una norma europea que clasifica los filtros con una numeración en función del tamaño de partícula mínimo que pueden atrapar. La norma europea para la clasificación de los filtros de materias en suspensión es la EN 1822-1:1998, que incluye las clases de filtros H10–H14 (HEPA) y U15–U17 (ULPA).

De esta manera un filtro H10 atrapa un tamaño de partícula de 2,0 micrones o superior y se considera que filtra el 99% de partículas. Los H14 se llaman filtros absolutos y atrapan un tamaño de partícula de 0,3 micrones y se considera que filtran el 99,7 % del aire que pasa por el filtro. Los filtros ULPA atrapan el 99,9995% de partículas del aire, con un tamaño de partícula de 0.12  $\mu\text{m}$  o mayor. Las bacterias tienen un tamaño medio de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$ , por lo que serían eliminadas por el filtro. Sin embargo los virus de entre 10 y 300 nm, es decir unas 100 veces más pequeños que las bacterias, no serían eliminados por estos filtros. Aún así, la mayoría de los gérmenes, y en particular los virus, van vehiculizados en partículas de mayor tamaño, como escamas de piel, polvo u otras pudiendo ser recogidos entonces por los filtros. (Ministerio de Defensa e Instituto de medicina preventiva de la defensa “Capitán Médico Ramón y Cajal” o Zonair 3D, 2011)

### 16.3. LIMPIEZA

#### 16.3.2. MATERIALES, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS DE LIMPIEZA



**Figura 303. Ejemplos de filtración durante la aspiración: izquierda, filtrado de la boca de aspiración; derecha: filtrado por medio de un bastidor con rejilla**

Para ayudar en la retirada de polvo pueden utilizarse pinceles y brochas suaves.

Durante la limpieza de los especímenes y dioramas del Museo Real Saskatchewan se ideó un tipo de boca de aspirador basada en el diseño de un evacuador dental<sup>647</sup> que los encargados de acometer el trabajo habían consultado en la bibliografía sobre limpieza de plumas de (Green y Storch en 1982 citados por Spafford-Ricci y Graham; 2000). El tubo, se construyó a partir de un cilindro de polimetilmetacrilato (PMMA) hueco con dos filas de orificios de extracción, tapado en el extremo superior con otra pieza de PMMA. Esta construcción permitía el libre movimiento sobre las partes curvadas de las aves de cualquier tamaño (ver figura 301). (Spafford-Ricci y Graham; 2000).

La varita citada eliminó alrededor del 85% de hollín visible de las plumas, sin despeinar o disturbar la estructura (Spafford-Ricci y Graham; 2000).



**Figura 304. Varita creada y diseñada para la limpieza de las piezas manchadas por hollín en el Shaskatchewan Museum**

El Instituto Canadiense de Conservación recomienda que los especímenes que se almacenan o se muestran al aire deben limpiarse el polvo al menos, dos veces al año por medio de una brocha suave en dirección del crecimiento de pelos y plumas llevando el polvo hacia la boquilla de una aspiradora

<sup>647</sup> Estos son muy costosos (Mason y Graham, 2006).

cubierta con una gasa para evitar la pérdida accidental de piezas sueltas del espécimen. La boquilla nunca debe tocar el artefacto.

Debe tenerse especial precaución con las pieles de la familia de los ciervos ya que el pelo en ejemplares viejos puede ser muy frágil y romperse o extraerse durante las operaciones de limpieza (CCI, 1988-2011).

Es preferible utilizar un aspirador de potencia regulable (y con filtro HEPA), pero si la regulación no es posible hay técnicas para poder minimizar la potencia, como colocar un tubo largo (manguera) en la boquilla, etc. (Mason y Graham, 2005).

En el caso de que exista hollín sobre la pieza, no debe intercalarse ni una pantalla ni un cepillo y ha de realizarse la limpieza sin que la boca toque la superficie, ya que puede incrustar el hollín en la superficie. (Spafford-Ricci y Graham; 2000)

Para evitar dispersar las partículas, es esencial que el objeto sea aspirado "tal como se encuentra". Por ejemplo, un textil doblado no debe ser desplegado. Primero se aspiran las superficies, y luego pueden limpiarse las áreas internas y grietas. (Spafford-Ricci y Graham; 2000)

El segundo paso si el primero no ha sido satisfactorio sería el empleo de protocolos de limpieza en seco, bien con esponjas, gomas de borrar o polvo de goma, paños atrapa polvo, etc.

#### **16.3.2.3 Materiales de limpieza mecánica**

Estas técnicas tienen en común que se basan en la colisión entre el depósito que debe ser extraído y algún instrumento o material apropiado, produciendo una fuerza que rompe el contacto entre el depósito y el objeto (Moncrieff y Weaver, 1992, citado por José Manuel Barros, 2005, p. 126).

- **Bisturí**

El bisturí es uno de los instrumentos más usados en operaciones de limpieza, en especial para eliminar repintes y estucos envejecidos. La ventaja de este método es que no incorpora sustancias que puedan causar deterioros *a posteriori* (Barros, 2005, p. 126). En animales montados sirve para limpiar depósitos de suciedad puntuales.

- **Abrasión**

La abrasión del aire con micro perlas de vidrio de menos de 50 micras de diámetro se usaba en el Smithsonian a principios de 1970 por Bethune M. Gibson, considerándose entonces como una práctica exitosa. Velson Horie en 1988 describe la abrasión con partículas suaves como talco o cáscara de nuez como un método eficaz para limpiar especímenes de historia natural. Pero este método de limpieza parece haber sido remplazado por métodos de limpieza más seguros (Mason y Graham, 2005).

- **Lápices de fibra de vidrio**

Se utilizan rara vez para la limpieza de cuero y debe usarse con mucha precaución ya que es abrasivo con la superficie, pero a veces se utiliza para eliminar depósitos de suciedad especialmente



incrustada. No debe usarse en pieles finas. Deben emplearse que emplear equipos de protección individual como gafas, guantes y mascarilla (Thomson y Angus, 2006, 124).

- **Polvos y perlas de vidrio para limpiar**

Se pueden usar perlas de vidrio fino haciéndolas rodar suavemente por la superficie de un espécimen (por ejemplo BT 13) para levantar y eliminar el hollín de la misma. (Spafford-Ricci y Graham; 2000).

El siguiente paso es el uso de los conocidos como materiales de limpieza en seco que atrapan y recogen la suciedad (Mason y Graham, 2005).

#### 14.2.1.1.1. Otros materiales para la limpieza en seco

**Las gomas de borrar** se están empleando con éxito en la limpieza de arte contemporáneo (Barros, 2005, 126), así que pueden ser útiles en la limpieza de la policromía y elementos como cornamentas, picos, etc. Pueden presentarse de diversas formas y tipos: en forma de bloque como las gomas de borrar *Art Gums*<sup>648</sup> o las gomas de borrar de vinilo, en forma de polvo como Skum – X<sup>649</sup>® (Spafford-Ricci y Graham, 2000) o los cojines limpiadores de polvo de goma de la marca MILAN<sup>650</sup> o borradores mecánicos<sup>651</sup> (Selick 1996, citado por Spafford-Ricci y Graham, 2000) entre otros.

**Las esponjas de humo** son esponjas de caucho natural vulcanizado que atrapan la suciedad superficial. Se pueden utilizar cortadas en bloques más pequeños o a tamaño completo (Spafford-Ricci y Graham; 2000). En este último caso, la zona sucia puede ser eliminada de la esponja para continuar limpiando con una zona limpia de ella (Thomson y Angus, 2006, 124). Ayuda a eliminar de una gran variedad de sustratos el hollín, humo y suciedad superficial. Durante su fabricación se las impregna con un porcentaje de jabón (menos de 30 grs. por cada 500 kilos producidos) (Productos de conservación, s.f.).



**Figura 305. Esponja de humo**

Las esponjas **Wishab®** están constituidas por espuma de látex vulcanizado, de pH neutro. Se suministra como esponja seca (Productos de conservación, s.f.). El uso depende de la sensibilidad de la superficie. Elimina la suciedad superficial. Se utiliza con mucho éxito en pintura mural, frescos, y en la limpieza de reversos de lienzos como sustituto del bisturí.



**Figura 306. Esponja Wishab**

Están disponibles en tres durezas (Thomson y Angus, 2006, 124): Blanda, Dura y Extra Dura (Productos de Conservación, s.f.).

<sup>648</sup> Gomas de diferentes marcas compuestas por caucho natural

<sup>649</sup> Caucho vulcanizado con hidrocarburos.

<sup>650</sup> Cojín de algodón poroso lleno de 120 grs. De polvo de caucho sintético. No es abrasivo.

<sup>651</sup> Gomas de borrar presentadas como si fueran un portaminas, regulándose la cantidad de goma que se quiere utilizar.

El **Groomstick®**, es una “trampa molecular”, de caucho natural y pH neutro. Se debe utilizar con precaución y sobre una superficie que presente un buen estado de conservación, ya que puede provocar daños y levantamientos de fragmentos sueltos de la superficie (Thomson y Angus, 2006, 124).

El Groomstick es útil para usar en superficies porosas o con texturas o con pequeños huecos. Se puede aplicar con la mano o aplicado en el extremo de una herramienta (Spafford-Ricci y Graham; 2000).



**Figura 307. Groomstick**

#### **Webril™**

Los Paños y las almohadillas Webril® son 100% de algodón. No contienen sustancias químicas. Son muy absorbentes y no gotean. La textura no es abrasiva, (Katun, 2011) así que no araña las superficies. Se distribuye en forma de rollos con una superficie perforada (NHS, s.f.).

#### **Dust Bunny®**

Es un tejido libre de aditivos químicos que se carga electrostáticamente y sirve para realizar la limpieza en seco. Está constituido por Tyvek® (polietileno) y nailon (poliamida). No requiere pre-tratamiento con ceras o pulverizadores oleosos. El Dusty Bunny® quita el 99% de polvo, pelos, hilos y partículas sucias de la madera, mármol, vidrio, cerámica, textiles, películas y cuadros sin dañar las superficies. Es útil en la eliminación de residuos grasientos. Se puede lavar a máquina o a mano y posteriormente secarlo en una secadora para que recobre sus propiedades. Tamaño: 45,5 x 45,5 cm (Productos de Conservación, s.f.)



**Figura 308. Paño Dust Bunny**

Existen ciertas recomendaciones en el uso de esponjas y borradores como la que se refiere al empleo de materiales completamente nuevos para evitar abrasiones en superficies degradadas y residuos inestables que se generan en los materiales ya usados (Daudin y Van Keulen, 2011). Es preferible usar trozos de esponja para reducir la cantidad de residuos que se producen (Daudin y Van Keulen, 2011) en la superficie y hacer limpiezas más controladas.

Los hisopos de algodón y los paños suaves, como los Webril o Dusty Bunny no deben emplearse con movimientos de frotamiento amplios si la superficie es porosa o texturizada (Spafford-Ricci y Graham; 2000). Estos pueden además usarse humedecidos en agua o disolventes.

Después de emplear métodos en seco, si la limpieza no ha resultado satisfactoria, se podrían utilizar a los métodos en húmedo. (Mason y Graham, 2005).

#### **16.3.2.4 Limpieza en húmedo**

La limpieza húmeda, también denominada incorrectamente como limpieza química, es aquella que se realiza por medio de disolventes, incluido el agua (Ana Calvo, 2002).

Se puede llevar a cabo tanto en estado líquido como por medio de soportes inertes, geles, pastas de cera, con la adición de detergentes o por el uso de reactivos químicos como los ácidos y las bases o catalizadores específicos como las enzimas (Calvo, 2002).

Los disolventes ablandan o solubilizan el producto a eliminar y tienen tres propiedades que deben ser tenidas en cuenta: penetración<sup>652</sup>, evaporación<sup>653</sup> y disolución<sup>654</sup>. (Calvo, 2002, 261).

La velocidad de evaporación rápida es beneficiosa cuando se quiere evitar la migración de un disolvente a otras zonas del objeto (Mason y Graham, 2005).

"Cuando un líquido disuelve un sólido, el sólido es conocido como soluto y el líquido como disolvente. Los disolventes tienen la propiedad de conducir ciertas sustancias sólidas al estado de disolución completa o al estado de hinchamiento" (Barros, 2005, p. 109).

La solubilidad de una sustancia está determinada por múltiples factores. El triángulo de solubilidad fue formulado por Teas siguiendo las investigaciones de Hildebrand, que planteaba el concepto de parámetro de solubilidad<sup>655</sup>. El parámetro de solubilidad refleja la energía que cohesiona un material. Cuando los valores para las sustancias son similares, una podría disolver a otra.

En el triángulo, la solubilidad aparece determinada por tres interacciones: Interacciones de dispersión o de London, interacciones entre dipolos, llamadas también dipolo-dipolo o fuerzas polares.

Los disolventes pueden agruparse en métodos acuosos, que son aquellos que presentan agua en composición y, en no acuosos en los que intervienen el resto de los disolventes orgánicos.

Una de las ventajas de los tratamientos acuosos (respecto a los disolventes orgánicos) es que son seguros para el operador (Mason y Graham, 2005).

#### 16.3.2.4.1 Los métodos acuosos

El agua, como dice Jack Thiney, es enemigo del acero, pero debe usarse a menudo, sobre todo cuando se trata de limpiar especímenes de color claro (Thiney, 2002).

El agua tiene una fuerte polaridad y debe emplearse siempre pura, desionizada o desmineralizada (Calvo, 2002, 265).

Si el método acuoso se considera apropiado, existen tres técnicas de aplicación: inmersión, nebulización y aplicación con hisopo (Mason y Graham, 2005) u otros elementos. Para especímenes montados de aves y mamíferos la inmersión no se contempla.

Los métodos acuosos comprenden tanto la limpieza solo con agua, como aquellos en los que al agua se le añade cualquier otro aditivo para variar sus propiedades y de esta manera adecuarlo a

---

<sup>652</sup> Es la propiedad por la cual una parte del disolvente penetra en el interior de poros y fisuras llegando a las zonas internas (Calvo, 2002)

<sup>653</sup> Es el fenómeno que regula el tiempo de actuación de un disolvente sobre una superficie.

<sup>654</sup> Propiedad en la que las moléculas de un disolvente dispersa las moléculas de por ejemplo un sólido superando a las fuerzas de atracción que une las moléculas entre sí.

<sup>655</sup> Este concepto fue desarrollado más ampliamente por varios investigadores (S. Andrés, 2005)

determinadas necesidades. Entre ellos se encuentra la adición de tensoactivos<sup>656</sup> para, entre otras cosas, variar la capacidad de mojado y la tensión superficial del agua.

Cuando se usa un detergente, el residuo del mismo es difícil de enjuagar (Rae, 1987, citado por Mason y Graham, 2005).

La adición de quelantes<sup>657</sup> como el citrato de amonio sirve para poder interaccionar con los elementos metálicos de la suciedad. Ha de tenerse cuidado con el uso de quelantes en la policromía, ya que el citrato puede interaccionar con una amplia variedad de pigmentos (Calvo, 2002, p. 268). Son compuestos capaces de formar enlaces iónicos y se utilizan para capturar metales polivalentes (Calvo, 2002, p. 267). Se debe vigilar el pH por la posible acción frente a materiales orgánicos y realizar un correcto aclarado (Calvo, 2002, p. 268).

En otras ocasiones es necesario variar las cualidades físicas del agua, por ejemplo para evitar una penetración excesiva de la misma y lograr que quede en superficie. Para ello, se preparan geles<sup>658</sup> o espumas. También se mezcla con otras sustancias para limitar los daños que pudiera producir en materiales sensibles al agua (dispersiones). En otras ocasiones, se pueden hacer mezclas de agua con disolventes más volátiles como por ejemplo la mezcla de agua con etanol, que no solo aumenta la capacidad de mojado sino que aumenta la evaporación siendo recomendable en limpieza de materiales a los que el agua puede dañar.

Al agua también se le pueden añadir productos biológicos, como son bacterias o enzimas, siendo el agua un vehiculizador. Las enzimas son sustancias orgánicas de origen proteico que actúan como catalizadores de las reacciones en las que intervienen. Algunas actúan de manera específica sobre una sustancia determinada. Por ejemplo, la lipasa sobre las grasas o la proteasa sobre las proteínas (Calvo, 2002).

Jack Thiney, taxidermista del Museo Nacional de Historia Natural de Londres recuerda que no se deben mojar en exceso las pieles, ya que la mayor parte de las alteraciones de los especímenes naturalizados como grietas o descosidos provienen de fenómenos de retracción por las variaciones higrométricas en el ambiente y el uso de agua durante la restauración, que acarrea un nuevo ciclo de desecación/retracción que fragiliza la piel (Thiney, 2002).

- **Geles**

Un gel es una sustancia con una viscosidad muy alta que pasa a este estado de diversas maneras, bien por enfriamiento, "por la incorporación de electrolitos, o al preparar soluciones poliméricas muy concentradas" (Madróna, 2015).

Los geles constituyen una alternativa al uso de los distintos sistemas tradicionales de limpieza. Su funcionamiento consiste en migrar la suciedad por capilaridad desde la superficie del objeto

---

<sup>656</sup> Sustancias que son capaces de bajar la tensión superficial de un líquido (agua u otro) en el que va mezclado. (Sánchez, A. 2009) favoreciendo la humectación de las superficies (Viñas, Pons y Gironés, 2014).

<sup>657</sup> Son sustancias que se emplean para la remoción de iones metálicos, posibilitando la eliminación de pátinas de corrosión. Riesgo de ocasionar daños a los pigmentos originales de la capa pictórica (cobalto, hierro, mercurio, cobre, plomo, cadmio y aluminio). (Sánchez, A, 2009)

<sup>658</sup> Este tema lo trataremos en un apartado propio ya que en esta tesis se han realizado investigaciones con productos semirígidos.

depositándose en el producto de limpieza (Calvo, 2002?) o ablandando la suciedad que luego es retirada con otra herramienta accesoria como un hisopo.

Las principales ventajas de esta metodología son el aumento del tiempo de actuación sobre la superficie, ya que disminuye la evaporación del disolvente y también reduce los riesgos de penetración (Madrona, 2015). Además frena la posibilidad de migración de la suciedad a otras zonas (Mason y Graham, 2005).

Los espesantes, que dan lugar a la formación del gel, pueden ser solubles en disolventes polares, como el Klucel G<sup>659</sup> o apolares, como la etilcelulosa.

Como espesantes para hacer los geles acuosos los usados más comúnmente son los éteres de celulosa, la metil celulosa<sup>660</sup>, la carboximetilcelulosa<sup>661</sup>, la hidroxipropil celulosa<sup>662</sup> (Klucel G®) (Sánchez, A., 2009), y el ácido poliacrílico (Carbopol®). También pueden emplearse los denominados "geles con disolventes" o "solvent gels", ideados por Wolbers, constituidos por un espesante, un disolvente, un tensoactivo que posee un pH alcalino y agua (Muñoz et al., 2014).

Las formulaciones a base de ácido poliacrílico y los compuestos por éteres de celulosa son muy utilizadas en la limpieza de superficies pintadas (Khandekar, 2000, citado por Rollo, 2012), aunque presentan el inconveniente de dejar gran cantidad de residuos en la superficie que posteriormente hay que eliminar de manera mecánica, junto con el uso de disolventes. Esta circunstancia se da especialmente con los solvent gels (Stulik et al. 2004, citado por Rollo, 2012). Sin embargo, presentan la ventaja de que se adaptan muy bien a la superficie (Rollo, 2012).

Por esta razón para evitar la presencia de residuos sobre la superficie se suele interponer un material barrera como un papel japonés o un tisú. El problema es que en morfologías más complejas el papel limita el contacto del gel con la superficie.

Para intentar paliar el problema de los residuos, se investigó en la posibilidad de crear sustancias que pudieran retirarse de manera mecánica y así surgieron los geles rígidos y los geles semirígidos. Entre ellos se encontraban la goma xantano<sup>663</sup>, el agar-agar<sup>664</sup> o agar, el agarosio<sup>665</sup> la goma gellan<sup>666</sup> o la goma guar entre otros.

---

<sup>659</sup> Éter de celulosa soluble en agua o alcohol

<sup>660</sup> Éter de celulosa no iónico (Muñoz et al., 2014).

<sup>661</sup> Es un éter de celulosa que ha sustituido un átomo de hidrógeno por un grupo carboxilo (Muñoz, 2014).

<sup>662</sup> Éter de celulosa que ha sustituido algún átomo de hidrógeno por grupos hidroxipropilo. Es soluble en agua fría y disolventes polares (Muñoz et al., 2014).

<sup>663</sup> Polisacrido de alto peso molecular producido por la fermentación de cultivos puros de la bacteria *Xantomonas campestris* (Bristhar Laboratorios, 2010). Se mantiene como gel en todo el rango de pH con independencia de la sal que contenga. Dada su naturaleza aniónica no puede portar enzimas, pero puede contener numerosas sales como quelatos. (Hawkes, 2013).

<sup>664</sup> Sustancia natural extraída de varias especies de algas marinas. Es insoluble en agua fría pero no en agua caliente. Se transforma en gel cuando se enfría a una temperatura de entre 30 y 40° C (Viñas et al. 2014). Existen distintos tipos de agar con rangos de gelificación más bajos (entre 28-30° C) que puedan ser aplicados de manera más segura sobre soportes orgánicos como madera o lienzo (ej. Phytigel).

<sup>665</sup> El agarosio está más purificado que el agar. Dependiendo de la marca, suele ser más o menos transparente pero su precio es muy elevado (10 o 20 veces más caro que al agar). El agar más barato es menos sinérgico que el agarosio, siendo recomendable para algunos bienes culturales (ver fuente en versiones anteriores que no sé si es de Cremonesi o Wobers).

<sup>666</sup> La goma gellan es un polisacrido de alto peso molecular producido por la bacteria *pseudomonas elodea*. (Botti et al. 2011) que forma una película transparente, homogénea y muy estable a las variaciones de pH (Sworn, 2009, citado por Botti et al., 2011). Suele comercializarse con las denominaciones AppliedGel®, Phytigel®, Gelrite® o el Kelcogel GL-LA

Los geles rígidos como el agar-agar frío, presentan la ventaja de que mantienen la humedad en superficie, minimizando la penetración del agua en el material a limpiar y no dejan apenas residuos, pero presentan el inconveniente de que no se adaptan a la forma, siendo sin embargo muy útiles en superficies planas (Rollo, 2012).

Los geles semirrígidos<sup>667</sup> tienen la ventaja de aplicarse de manera líquida y retirarse en forma de gel sólido mediante "pelado". Se adaptan, por tanto, a la morfología de la superficie. Además se minimiza el daño en la superficie al no ejercerse una acción mecánica durante la limpieza que se hace al eliminar residuos.

El uso de geles semirrígidos en la limpieza de objetos artísticos de difícil morfología y materiales sensibles al agua como la escayola ha resultado una herramienta muy útil e ineludible que puede ser extrapolable a otro tipo de colecciones como las de historia natural que presentan también estas particularidades.

El pelaje y el plumaje de los especímenes naturalizados presentan una morfología tal que dificulta la realización de una limpieza homogénea. Por ello, en la presente tesis doctoral se han sometido a experimentación y estudio, algunos de estos geles semirrígidos, dado que se conciben como materiales efectivos y respetuosos con la materia sobre la que se aplican. Junto a los geles, se han ensayado otros productos de moldeo, adhesivos o enmascaradores con capacidad adherente para atrapar la suciedad que se detallán a continuación.

Existen varias formulaciones y cada vez se está investigando más en estos productos.

Por ejemplo el Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei Sistemi un Grande Interfase (CSGI), unidad de investigación del Departamento de Química de la Universidad de Florencia, ha desarrollado unos geles formados por una red polimérica de copolímeros constituido por alcohol vinílico y acetato de vinilo con diferente grado de hidrólisis, reticulados por una sal (bórax), en la que se dispersa una mezcla de agua y disolvente orgánico. Son geles elásticos y viscosos. Además no dejan residuos de bórax y existen distintas formulaciones (Natali et al. 2011, citado por Rollo, 2012).

Cada tipo de gel presenta unas características específicas. En la presente tesis doctoral no se citarán todos. Se desarrollarán únicamente aquellos productos investigados.

#### **16.3.2.5 Papetas, espumas y productos de moldeo.**

Es una pasta de composición variable, compuesta generalmente por un disolvente y un espesante (Madrona, 2015) o un soporte inerte (Calvo, 2002). Estos pueden ser láminas de celulosa pura, pasta de papel o pulpa de celulosa, sílice micronizada, sepiolita, caolín, tierra de diatomeas o atapulgita (Calvo, 2002) entre otros.

---

(Wikipedia). La formación de gel al igual que el agar depende de la temperatura, calentándose hasta los 100<sup>a</sup> C y gelificando entre los 30-40<sup>a</sup> C (Botti et al., 2011). Forma diferentes tipos de geles dependiendo de la cantidad de acyl que contenga. Se le puede añadir una sal, o variar el pH entre otras posibilidades (Botti et al., 2011). Parece ser que el gel podría extraer xilosa en la limpieza de papel, pero este efecto aún se está estudiando (Botti et al., 2011).

<sup>667</sup> Aquellos que permanecen flexibles en determinadas circunstancias como en temperatura ambiente o tras calentarse y enfriarse después, antes de alcanzar una temperatura determinada.



Una papeta puede utilizarse para “extraer” la suciedad del sustrato por ósmosis como resultado de la evaporación en la superficie del material interpuesto. La cercanía, incluso el contacto con la superficie es esencial (Mason y Graham, 2005).

Una de las más conocidas es el Laponite (Hawkes, 2013). Este material está constituido por una arcilla sintética que se hincha para producir un gel tixotrópico transparente e incoloro cuando se dispersa en agua. Se utiliza en conservación de piedra, metales, materiales orgánicos, cerámicas y pinturas. Tiene un pH de 9,8 a 2% de suspensión, (Conservation Resources International LLC, s.f.), formándose un gel (dispersión coloidal).

Por otro lado, es frecuente el uso de espumas de limpieza de tapicería para las intervenciones en naturalizaciones. Esta práctica se ha seguido en el MNCN y se ha usado también en peletería.

Ya se ha indicado que existen otros materiales, empleados como sustancias para el moldeo, que generalmente se utilizan en el ámbito de la escultura o en otros completamente ajenos al artístico, como el alginato dental usado en clínicas dentales para hacer moldes de la boca, el látex y otros adhesivos. Éstos últimos forman una película rígida o semirígida que varía con la concentración del producto en la solución que se podrían utilizar para la limpieza de animales montados. Entre ellos se encuentra el alcohol polivinílico (PVAL) o el acetato de polivinilo (PVAc).

El alginato dental es un producto industrial de uso en odontología para obtener impresiones dentales con alto grado de detalle. Además se emplea por su inocuidad. Su composición aproximada, que varía de unas marcas a otras, puede ser: sales del ácido algínico (de sodio, potasio y/o de trietanolamina) ca. 15 %, Sulfato de calcio 16 %, Óxido de zinc 4 %, Fluoruro de potasio y titanio 3 %, tierra de diatomeas (sílice) 60 %, Fosfato de sodio 2 % y trazas de colorantes y saborizantes (Larco Química, 2014).

La máscara de enmascaramiento se emplea aplicada a pincel en pintura de acuarela para proteger algunas zonas del papel que no se quieren pintar, lo que se llamaría “hacer una reserva”. Cuando seca el producto se puede retirar a modo de “peeling” sin dañar el papel. Se desconoce la composición de las mismas ya que los fabricantes no suelen indicarlo pero la de marca Talens podría contener latex por el olor que desprende.

El Cyber Clean<sup>®668</sup> además de un gel, es una especie de masilla de color amarillo fosforito ideada para limpiar teclados de ordenador, de teléfono y otros artículos. Además existen otras formulaciones para limpieza de coche o de mascotas. Como se ha visto está constituida por goma guar. No se comercializa en España.

#### 16.3.2.6 Otros disolventes

A menudo, con el uso de disolventes no acuosos se busca evitar el efecto de hinchamiento que produce el agua en los materiales orgánicos, aunque a veces este efecto ayuda a eliminar algún tipo de suciedad (Mason y Graham, 2005).

---

<sup>668</sup> El producto consiste en agua ( $\geq 70$  %)  $H_2O$ , glicerol (5-10 %)  $C_3H_8O_3$ , goma guar ( $\leq 10$  %), ácido bórico (ca. 0,5 %), metil paraben (ca. 0,2 %) y propil paraben (0,1 %) (Joker AG/SA, 2010)

Sin el hinchamiento, se requiere una mayor acción mecánica para realizar una limpieza efectiva con disolventes, con lo que muchas plumas no pueden soportarla y a veces se producen resultados no deseados (Mason y Graham, 2005).

Pero, a su vez, los disolventes no acuosos pueden disolver sustancias oleosas que el agua no puede, y presentan la ventaja de que frente a este tipo de sustancias es necesaria una menor acción mecánica (Rae, 1987, citado por Mason y Graham, 2005).

Según el país en que lleve a cabo el tratamiento, suelen utilizarse unos disolventes u otros. Por ejemplo en España es muy frecuente el uso de la ligroína (éter de petróleo) importada de Italia. Sin embargo, en Inglaterra el uso del IMS es más frecuente y no es fácilmente adquirible en España. A este respecto, debe indicarse que influye también la disponibilidad en el mercado y la dificultad a veces de importar sustancias peligrosas desde otros países.

También se producen tendencias en cuanto al empleo de disolventes. Aparece un producto nuevo o una nueva investigación que contemple el empleo de algún material e inmediatamente los profesionales se disponen a adquirirlos y utilizarlos.

Hoy en día, los utilizados más frecuentemente en España son disolventes orgánicos como la acetona, el etanol, el White spirit, o el Dimetil sulfóxido en sustitución del Dimetil formamida, catalogado como cancerígeno.<sup>669</sup>

En la limpieza en seco comercial (de tintorería) se utilizan destilados de petróleo y "disolventes sintéticos"<sup>670</sup>. Los primeros son lentos y requieren de tiempos más largos de exposición. Además evaporan más lentamente que los sintéticos aunque tienen la gran ventaja de que son menos tóxicos (Mason y Graham, 2005). El disolvente Stoddard también conocido como White Spirit es uno de los que se ha usado (Singer, 1980; Del Re, 1988; Rae, 1987).

Se ha demostrado que a veces la combinación de varios disolventes es más efectiva que el uso de uno puro porque cubre otras zonas del triángulo de solubilidad. La mezcla de distintos disolventes y sustancias es común en la limpieza de barnices oxidados, y tiene como fin utilizar conjuntamente las cualidades específicas de cada producto (Arnoldsson, 2012).

Coexisten diferentes métodos para seleccionar las mezclas de los disolventes a emplear. Los métodos más conocidos son: el test de R. Feller<sup>671</sup>, el test de Richard Wolbers<sup>672</sup> y el test de Paolo Cremonesi<sup>673</sup> (Ledesma et al., 2006).

Los disolventes como el triclorobenceno, la acetona, el hexano o alcohol desnaturalizado, son utilizados para desengrasar, ya sea pelo, pluma o escamas. Su eficacia no está bien establecida; sin

---

<sup>669</sup> En países anglosajones, por ejemplo, el uso de disolventes inorgánicos y sintéticos utilizados en la industria de la limpieza en seco de ropa se les llama "*dry cleaning*" y esto a veces puede generar cierta confusión con los métodos de limpieza en seco ya descritos.

<sup>670</sup> Los llamados "disolventes sintéticos" por los anglosajones, usados tradicionalmente son hidrocarburos clorados como el percloroetileno, el tricloroetileno y los hidrocarburos fluorados como el triclorotrifluoroetano (Spafford-Ricci y Graham, 2000; Miller, 1985, citados por Mason y Graham, 2005).

<sup>671</sup> El test de Feller combina ciclohexano, tolueno y acetona, dando lugar a 13 combinaciones posibles (Ledesma et al. 2006)

<sup>672</sup> El test de Wolbers propone la mezcla de Mineral Spirit, Isopropanol y acetona en 15 combinaciones.

<sup>673</sup> Por su parte Paolo Cremonesi propone las mezclas de ligroína, etanol y acetona dando lugar a 23 combinaciones (Ledesma et al, 2006).

embargo, debe tenerse en cuenta el efecto deshidratante que ejercen sobre apéndices, y más aún sobre los cuernos. Por ello se aconseja una utilización moderada (Thiney, 2002).

También se han utilizado disolventes no acuosos que, por otra parte son miscibles en agua para llevar a cabo un aclarado final, con el fin de acelerar los tiempos de secado, ya que ayudan a evaporar más rápido (Mason y Graham, 2006).

Los inconvenientes del uso de disolventes son la toxicidad (por lo que se requieren equipos de protección) y la posibilidad de dañar adhesivos, tintes y aceites naturales (Mason y Graham, 2006).

La adición de detergentes y agua a los disolventes incrementa el poder de limpieza, lo que proporciona a la mezcla la capacidad de disolver sustancias polares, lo que el disolvente por sí mismo no puede llevar a cabo (Mason y Graham, 2006).

La utilización de los detergentes puede ser nociva para los elementos a limpiar. El Vulpex B30, utilizado por ejemplo en la limpieza de materiales etnográficos, es un detergente muy alcalino y debe enjuagarse muy bien, ya que cualquier residuo puede dañar el material proteico (Ross y Phenix, 2005, citado por Mason y Graham, 2006).

##### **16.3.2.7 El láser**

El término LASER es un acrónimo de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Consiste en una luz monocromática y un haz de luz muy enfocada (colimado). Los láseres se producen de diversas formas y con longitudes de onda en rangos que van desde el UV al IR (Cornish, 2004, 28-29).

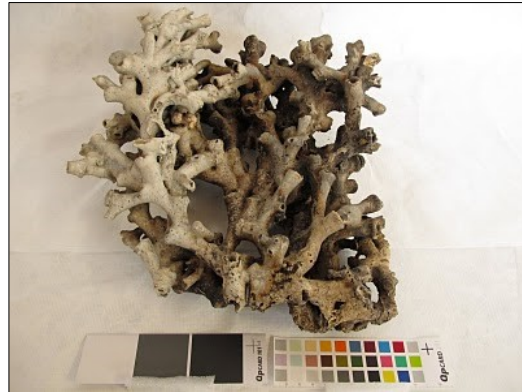
Se considera que 1972 fue el año de partida del uso del láser en la limpieza de obras de arte (Asmus citado Bordalo, 2008).

Los primeros intentos de limpieza se hicieron con un láser de rubí y posteriormente fue sustituido por el láser Nd. YAG al reducirse el costo y el tamaño de los aparatos. Éste es el que se está utilizando actualmente. A este tipo de láser, empleado para la limpieza de obras de arte, se le denomina láser de desinversión, porque elimina un estrato específico para dejar al aire el cuerpo interior, pero se le conoce comúnmente como láser de limpieza (Asmus citado por Bordalo, 2008).

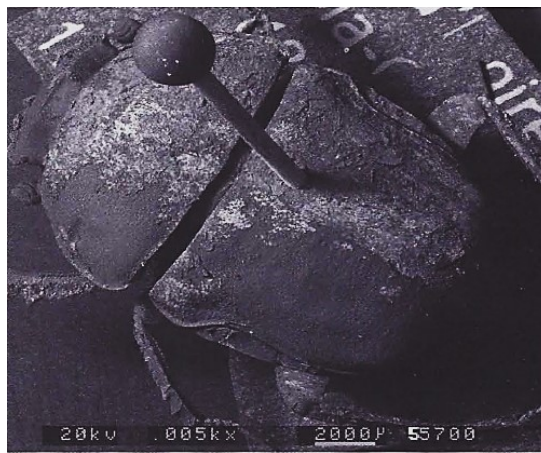
La aplicación del láser de limpieza comenzó en la piedra, pero más tarde se amplió la investigación a otros soportes como pinturas, papel, materiales paleontológicos, etnográficos (Asmus citado por Bordalo, 2008) y a la historia natural.



**Figura 309.** Limpieza con láser de un pez plano, *pleuronectiformes* dando buenos resultados.



**Figura 310.** Limpieza exitosa con láser de un coral.



**Figura 311.** Limpieza con láser de un escarabajo demasiado agresiva

El funcionamiento básico del láser consiste en las diferencias cromáticas entre los distintos estratos.

Jack Thiney indica que el láser es el instrumento más seguro para efectuar una limpieza rigurosa de especímenes, sobre todo si son frágiles (Thiney, 2002).

Pero sugiere que aunque es un instrumento seguro solo actúa en la superficie y en el interior del espécimen aún hay polvo esperando subir a ésta (Thiney, 2002).

Las cualidades del láser para realizar una limpieza selectiva y una eliminación muy controlada de contaminantes de la superficie es una ventaja sobre los métodos de limpieza convencionales (Cornish, 2004, 28-29).

El láser Q-switched Nd: YAG de doble longitud de onda es el más utilizado en conservación, por constituir una herramienta fiable y compacta (Cornish, 2004, 28-29). Los láseres Nd: YAG por infrarojos (1064nm) se emplean para materiales como el mármol, la arenisca, la terracota, el yeso, el marfil, el hueso, pergamino y piedra caliza proporcionando buenos resultados. (Cornish, 2004, 28-29).

El verde visible (532 nm) se ha utilizado para papel, vidrio de color y pinturas. (Cornish, 2004, 28-29).

Normalmente utilizado con una longitud de onda de entre 1064 nm o 532 nm, su funcionamiento consiste en calentar de manera selectiva la suciedad de la superficie dando lugar a que ésta se expanda y desprege (Hellier, 2010). El proceso de eliminación se detiene cuando la superficie limpia es visible por completo debido a la eliminación de la suciedad. El láser no actúa entonces, debido a que ya no existen las diferencias de color entre la suciedad y la superficie del objeto (Hellier, 2010).

En algunos objetos de colecciones de historia natural, como las de ictiología o corales, la limpieza es exitosa. Las plumas, como se verá más adelante, pueden sufrir un amarilleamiento. En esqueletos, por ejemplo de ballena, donde existen restos de grasa, el láser no daña el hueso y éste no cambia el color, aunque no elimina del todo la suciedad como el método tradicional que consiste en utilizar amoníaco o agua y detergente (Hellier, 2010).

En el Museo de Historia Natural de Londres, *Natural History Museum*, se seleccionaron algunas piezas que no era posible limpiar con métodos convencionales y los resultados fueron estudiados por VPSEM<sup>674</sup>. Algunas limpiezas fueron exitosas y otras no, como en los casos anteriores o en objetos de color oscuro que aunque se limpiaron sufrieron daños como en la figura 311 (Cornish y Jones, 2002).

#### 16.3.2.8 Limpieza con ultrasonidos

La limpieza con ultrasonidos es muy útil en materiales como metales o algunos objetos etnográficos. Para colecciones de historia natural no es aconsejable en las colecciones de historia natural aquellos que requieren la inmersión en un medio líquido del objeto. Los que no funcionan por inmersión podrían ser útiles a lo sumo en la eliminación de costras importantes de suciedad.

---

<sup>674</sup> Variable microscopía electrónica de barrido de presión

### 16.3.3 Aplicación de los distintos tratamientos a diferentes materiales

---

#### 16.3.3.1 Plumas y aves naturalizadas

La limpieza puede generar diversos daños en las plumas. Uno de los más frecuentes es la desarticulación de éstas (Mason y Graham, 2006) y la extracción accidental de las plumas de la piel.

Recolocar las plumas es una tarea laboriosa que debe realizarse con delicadeza para no volver a causar daños en las barbas. Por ello, Mason y Graham recomiendan practicar un poco fuera del objeto (Mason y Graham, 2006).

También se puede producir decoloración y debilitamiento de las plumas. (Mason y Graham, 2006).

Además, ya se ha indicado en el capítulo dedicado a la introducción a la biología que las aves (no todas) se aplican sobre las plumas un aceite protector (aceite uropigial) cuya función aún no está del todo determinada. Parece ser que los aceites contribuyen a mantener la flexibilidad de la queratina, inhibe el crecimiento de hongos, y contribuye a la repelencia del agua. El aceite es resistente a la oxidación y tiene una baja solubilidad en agua (Rae, 1987, citado por Arnoldsson, 2012<sup>675</sup>). En las operaciones de limpieza, este aceite que permanece aún sobre los especímenes puede ser retirado accidentalmente<sup>675</sup> y muchos conservadores investigan sobre este asunto. En un estudio realizado por Allyson Rae en 1984 para su tesis, se determinó por medio de espectroscopía IR que las plumas de loro de al menos 80 años de antigüedad conservaban aún el aceite uropigial (Rae, 1987, 244, citado por Arnoldsson, 2012).

Existen importantes dudas sobre cuáles son los efectos de eliminar las secreciones naturales de plumas y pieles durante las operaciones de limpieza y cómo puede afectar esta acción al envejecimiento de la pieza (Schaeuffelhut et al., 2002). Aún hoy en día no se ha investigado convenientemente este efecto (Chamberlin, 1985; Miller, 1985; Rae, 1985, citados por Rae y Wills, 2002). El deseo de conservar dichas sustancias restringe las opciones de limpieza (Rae y Wills, 2002).

Allyson Rae en su tesis de 1984 comparó los efectos tres disolventes diferentes y un surfactante sobre las plumas: agua destilada con un 2% de Synperonic N<sup>®</sup>, IMS<sup>676</sup>, Shellsol T<sup>677</sup> y White Spirit. Tras la experimentación desarrollada se demostró que aún quedaba aceite residual en las plumas, siendo el agua y el detergente las sustancias más conservadoras, seguidos por el White Spirit, el IMS y finalmente el éter de petróleo (Rae, 1984, p-91-94, citado por Arnoldsson, 2012).

En 1985 Judy Miller analizó la cantidad de aceites naturales eliminados durante diversos tratamientos de limpieza realizados con percloroetileno, triclorotrifluoretano y 1% de Synperonics N<sup>®</sup> en agua destilada. De los resultados obtenidos se concluyó que el triclorotrifluoretano era el disolvente que más

---

<sup>675</sup> Los métodos utilizados para naturalizar aves no son muy agresivos y evitan en la medida de lo posible tocar las plumas ya que es difícil después volver a recuperar su forma y esplendor.

<sup>676</sup> Alcohol industrial metilado, “*Industrial Methylated Spirits*”, compuesto principalmente por etanol (85-90%) y un porcentaje pequeño de metanol (de 0-5%) (JML, s.f.), aunque la proporción y composición varía de unos proveedores a otros.

<sup>677</sup> Destilado de petróleo “Mineral spirit” (Muñoz, 2014). Mezcla de hidrocarburos isoparafínicos (Kremer, 2011).



cantidad de aceites naturales eliminaba de los tres métodos de limpieza comparados (Miller, 1985, citado por Arnoldsson, 2012). Por otra parte, también se determinó que el surfactante dejaba residuos en las plumas.

Para observar el efecto que causaba en las plumas la retirada del aceite uropigial, Allyson Rae realizó un experimento de envejecimiento acelerado con plumas que habían sido limpiadas con distintos disolventes (etanol, acetona, IMS y agua?), comparándolas con plumas que no habían sido limpiadas. Como resultado se extrajo que no parecen existir diferencias en cuanto a resistencia entre plumas sometidas a limpieza y plumas donde no se ha actuado. El inconveniente de este estudio es que se realizó con plumas nuevas. Se entiende que posiblemente las plumas envejecidas reaccionarán de manera diferente (Arnoldsson, 2012).

La acumulación de polvo en las pieles emplumadas suele ser un problema habitual debido a que la estructura de las plumas funciona como trampa para el polvo, lo que da lugar a que la suciedad sea difícil de eliminar (Rae y Wills, 2002, 43).

Las aves que se han mantenido en sus vitrinas/cúpulas de vidrio originales suelen encontrarse bastante limpias; sin embargo, la suciedad se acumula en aquellas que se encuentran al aire, sin proteger (Thomson, 2006, 132). En especímenes montados con la piel seca no es posible lograr el movimiento necesario de las plumas para permitir que éstas sean ahuecadas mientras se secan. En estas condiciones generalmente solo puede realizarse una limpieza superficial mediante un paño, sobre todo si se es inexperto (Thomson, 2006). Al estar las plumas unidas a la piel se reduce la gama de opciones de limpieza posibles (Rae y Wills, 2002, 43) y el proceso incrementa su complejidad (Solajic et al, 2002, citado por Karantoni y Malea, 2006), ya que el tratamiento no debe afectar al soporte (Amezaga, 2008).

Como ya se ha indicado, la mayoría de los conservadores recomiendan realizar una limpieza secuencial, empezando con los métodos menos invasivos (Mason y Graham, 2006) como ya se ha descrito. La razón de comenzar así es porque la mayoría de la suciedad se encuentra en la superficie del plumaje y una vez estas aglomeraciones de suciedad se rompen, penetran más profundamente dentro de la estructura de la pluma (Mason y Graham, 2006). El uso de una aspiración elimina en ocasiones estas aglomeraciones a diferencia de otros métodos que podrían empujar la suciedad hacia dentro o romper las partículas pero sin retirarlas.

Sin embargo, a veces el método que se considera menos invasivo puede ser el que da lugar a un daño importante; por ejemplo, una sencilla limpieza en seco, puede deteriorar gravemente una pluma debilitada por el sol.

Además, la eficiencia de la limpieza y eliminación de aceite natural dependerá del tipo de suciedad en la pluma, el disolvente elegido, la adición de detergentes, y la técnica de aplicación empleada. (Mason y Graham, 2006).

Antes de comenzar con la limpieza hay que asegurarse de que no existe en la superficie nada que pueda accidentalmente eliminarse o dañarse, como por ejemplo reintegraciones con pigmento en polvo de plumas descoloridas. (Mason y Graham, 2006).

#### 16.3.3.1.1 Métodos en seco

La limpieza mecánica es más eficiente cuando las plumas están ligeramente sucias (Steffen, 2001, citado por Karantoni y Malea, 2006)

Con plumas en mal estado la limpieza mecánica no se recomienda, debido al riesgo de la pérdida de barbas (Guillemard, 1993, citado por Karantoni y Malea, 2006). También pueden doblarse o romperse las plumas (Bishop Museum, 1996).

La limpieza con **presión de aire (el aire comprimido)** puede empujar la suciedad, suelta dentro de las estructuras de las plumas, siendo preferible utilizar el método de aspiración. (Mason y Graham, 2006; Arnoldsson, 2012). Ésta, es una de las técnicas más seguras y eficaces (Mason y Graham, 2006).

A veces, pasar el aspirador es suficiente para satisfacer las necesidades de limpieza que son requeridas (Mason y Graham, 2006). Los primeros pasos de aspiración se deben realizar sin la ayuda de un pincel, pasando con la boquilla del aspirador cerca sin tocar la superficie (cuidado con la potencia si algún elemento está desprendido o descosido). El riesgo que la técnica conlleva, además, es eliminar plumas dañadas, sueltas o fragmentos (Karantoni and Malea 2002). (Spafford-Ricci y Graham 2000; Odegaard 1986). El movimiento debe aplicarse en dirección al crecimiento, de la base a la punta de las plumas. (Mason y Graham, 2006).

Si las plumas son nuevas y están en muy buenas condiciones éstas pueden ser cuidadosamente desempolvadas con un cepillo de cerdas naturales en la dirección del vaxilo, pero se recuerda que este tipo de limpieza constituye una abrasión mecánica y esta acción puede dañar plumas viejas o delicadas (Bishop Museum, 1996). Además, desordena las barbas (Karantoni y Malea, 2006).

Con este procedimiento se elimina la suciedad superficial; sin embargo, las partículas embebidas en la fibra o la suciedad oleosa no será eliminada (Bishop Museum, 1996). En muchos casos, por tanto, en que la suciedad es persistente, la aspiración es insuficiente para acometer una limpieza adecuada (Arnoldsson, 2012).

#### 16.3.3.1.2 Limpieza en seco

Otros métodos para la limpieza en seco, como se ha indicado, incluyen desde el Groomstick®, la esponja química, esponja de humo, esponja cosmética, toallitas suaves (Webril Wipe, Dust Bunny), micro esferas de vidrio, Drafft Clean®<sup>678</sup> Scum-X®, etc. Con ellos se corre el riesgo de desplazar plumas sueltas o dañadas y fragmentos; además de que los materiales de limpieza que se desmenuzan como el Drafft Clean, Scum-X, se queden enganchados en las plumas. (Pack & Torok 2012; Moore 2005; Schaeuffelhut et al 2002; Spafford-Ricci and Graham 2000, citados por Rae, 2013).

En el incendio del Museo Shaskatchewan utilizaron en la limpieza de las aves paños **Webril™** cortados en tiras de 1 pulgada de ancho (2, 54 cm). Enrollaban los trozos sobre un palo de madera, pasando posteriormente la torunda sobre las plumas con suavidad en dirección al crecimiento. La ventaja de las toallitas Webril® es que recogen con facilidad la suciedad y en plumas poco sucias puede evitar la necesidad del uso posterior de técnicas más invasivas. El inconveniente de su uso es que las hebras de algodón pueden quedarse atrapadas en las bárbulas, especialmente en plumas despeinadas

---

<sup>678</sup> Fibra de aceite vegetal en polvo de pH neutro en forma de alnohadilla o en bote (Hewith & Sons Ltd, s.f.).

(desarticuladas), problema que no es especialmente importante debido a la naturaleza comprimida de las fibras del paño (Spafford-Ricci y Graham, 2000).



**Figura 312. Limpieza de un ave naturalizado con Webril**

La limpieza con goma **groomstick®** proporciona resultados satisfactorios. Bajo el microscopio puede observarse que incluso el polvo entre los ganchitos se elimina casi completamente y la estructura de la pluma no se ve alterada, aunque presenta el inconveniente de que puede ser demasiado pegajosa para acometer la limpieza de plumas viejas y frágiles. Puede reducirse la excesiva adhesividad del material mediante la adición de dióxido de titanio u otras cargas (Schaeuffelhut et al., 2002).

Spafford- Ricci y Graham (2000) utilizaban este material después de la aspiradora, para limpiar más profundamente las plumas manchadas. Este fue aplicado a mano y adherido al extremo de un palo (Mason y Graham, 2006). Schaeuffelhut, Tello y Schneider en 2002 hacían rodar sobre las plumas un trocito de Groomstick® y para minimizar la pegajosidad le añadían dióxido de titanio. Este material de limpieza ha de restringirse a plumas en buen estado para evitar la rotura por el poder de adhesión de la goma. (Mason y Graham, 2006).

En la limpieza de la piel de un ñandú, *Rhea*, de las colecciones etnográficas del “British Museum” limpiaban el lado de la carne de la piel con esponja **Whisab®**. En el caso de las naturalizaciones esta limpieza solo es aplicable a zonas de piel interna “vista” como en el caso de grietas o descosidos y es vital por ejemplo para limpiar las zonas de alrededor a una grieta como un tratamiento previo a poner un parche y beneficiar de esta manera la adhesión (Rae y Wills, 2002, 43)

Allyson Rae recomienda el empleo de **Dust Bunny**, (paño que genera atracción electrostática), ya que no deteriora las aves disecadas (Graham, 2011). Se constata que este material es tan efectivo como el IMS para esa finalidad. La esponja de humo y la goma en polvo lo son menos (ICON o Graham, 2011).

Singer en 1980 empleaba **yeso francés** (una especie de talco fino a base de silicato de magnesio) espolvoreando el polvo sobre las plumas y trabajándolo con un pincel fino. Lo dejaba actuar durante una semana y luego pasaba el aspirador. Este procedimiento parecía no dañar las plumas pero

aumentaba la electricidad estática de las mismas, dando lugar a que las barbas se dispararan en distintos ángulos. Este efecto se solucionaba al introducir las plumas en un ambiente húmedo durante una semana aprox. El talco residual se consideraba inocuo al ser un material inerte y el riesgo de abrasión se consideraba ínfimo (Mason y Graham, 2006).

También se ha utilizado carbonato de magnesio en polvo para desengrasar y limpiar plumas en naturalizaciones. Velson Horie (1988) opina que el residuo de magnesio no solo es inocuo sino que puede ser beneficioso porque reaccionará con los ácidos para crear sales inertes como el sulfato de magnesio.

Para la limpieza de una gaviota naturalizada del **The Hampshire County Museums Service collection** se utilizó un polvo de limpieza (parece ser arena fina) de la casa Preservation Equipment Ltd con ref. 782-1000 (PEL's document cleaning), usado en conservación-restauración de documento gráfico (Anónimo, 2004).



**Figura 313. Limpieza de una gaviota con polvo de arena fina. Izquierda: Estado previo, Derecha: resultado final**

Para limpiar estas piezas se probó una técnica mediante la cual se espolvoreaba el material en las plumas y se masajeaba sobre la zona con las manos sin desordenarlas. El polvo ensuciado que ha atrapado la suciedad se vuelve grisáceo. (Anónimo, 2004). Esta técnica, indica el autor, puede dar lugar a que se desprendan las plumas, pero si se toma la precaución de realizar un mapa de situación de las mismas, podrían después colocarse y adherirse en su lugar mediante el empleo de PVA de pH neutro. En plumas envejecidas se debe tener más cuidado. La ventaja de esta técnica además del probado poder de limpieza eliminando inclusive manchas de grasa, es que, como en el caso anterior, parece que el polvo de limpieza neutraliza la acidez causada por el polvo en las plumas (Anónimo, 2004).

#### 16.3.3.1.3 Métodos húmedos.

- **Soluciones acuosas**

Los métodos acuosos no son recomendables (*a priori*) para objetos en los que la piel está presente (Arnoldsson, 2012). La estructura de las plumas no sólo dificulta la limpieza, sino que conduce la humedad hacia la piel (Rae & Wills 2002 citadas por Arnoldsson, 2012). La disposición y densidad de las

plumas impide la posibilidad de colocar una barrera entre las plumas y la piel durante una intervención. Las capas de plumas de contorno, las semi-plumas y el plumón son difíciles de secar y recolocar tras una relajación con agua. (Rae y Wills, 2002, 43).

La humedad en las pieles puede provocar rigidez, decoloración y la posibilidad de crecimiento de hongos, además de propiciar las primeras etapas de putrefacción en pieles poco curtidas (Rae y Wills, 2002, 43).

Algunos conservadores son reacios a emplear tratamientos acuosos debido al riesgo de hidrólisis de la queratina<sup>679</sup> y el agrupado de las barbas, que no compensa con los resultados obtenidos durante la limpieza (Wolf, 1978; Spafford y Graham, 1993, citados por Mason y Graham, 2006).

La humectación, además, puede romper los ganchitos en las plumas de contorno. Los pigmentos naturales también pueden verse afectadas por el lavado y puede destruir el color estructural, dando lugar al oscurecimiento de una pluma iridiscente o volviendo transparentes las plumas blancas (Bishop Museum, 1996).

Antes de elegir un método acuoso ha de evaluarse la naturaleza y condición de las plumas, ya que los tratamientos acuosos no deben ser usados en algunos casos; por ejemplo, si existen plumas teñidas con tintes y pinturas solubles en agua, plumas con bárbulas muy largas donde el aspecto de la superficie puede alterarse (Rae, 1987), plumas debilitadas que no pueden soportar la tensión del peso adicional que causan los humectantes, o plumas con bordes desgastados que pueden enredarse (Stemann Petersen y Sommer-Larsen, 1984, citados por Mason y Graham, 2006). Las plumas deterioradas pueden sufrir hidrólisis (Schaeuffelhut et al, 2002; Mason y Graham, 2006).

El agua no sólo tiene propiedades limpiadoras, sino también relajantes. (Arnoldsson, 2012). La utilización de agua en una limpieza, aunque arriesgada, sin embargo también tiene sus beneficios, ya que dota de flexibilidad a la pluma, posibilitando reversibilizar dobleces (Mason y Graham, 2006). Aunque presenta el inconveniente de que puede hinchar la queratina, este hinchamiento, por otro lado, ayuda a eliminar algún tipo de suciedad (Mason y Graham 2006, citado por Arnoldsson, 2012).

Además, ya se ha indicado que la limpieza con agua o/y con agua y tensoactivos presenta la ventaja sobre la limpieza con disolventes de resultar menos peligroso para la salud. (Arnoldsson, 2012).

Las piezas no deben ser sumergidas en agua ni tampoco dejarlas húmedas. No debe mojarse la piel en las zonas sin plumas pero, si esto ocurriera, debe secarse inmediatamente, ya que los pájaros tienen pieles delgadas y absorben con facilidad la humedad, con lo que ésta puede alcanzar los rellenos. Esto ocurre especialmente en ejemplares antiguos, con rellenos de fibras vegetales, los cuales se hinchan y pueden llegar a fisurar la piel (Shelton, 1996). Por tanto, se recomienda el contacto con el agua durante el menor tiempo posible. (Arnoldsson, 2012).

El método de aplicación de la humedad también es importante para conseguir la inocuidad de la limpieza. A través de la **nebulización**, por ejemplo, se pueden mojar partes del objeto sin afectar a la totalidad del mismo. (Mason y Graham, 2006). Este procedimiento también es complicado en animales

---

<sup>679</sup> Normalmente la queratina de las plumas es insoluble en la mayoría de los disolventes orgánicos y a los ácidos diluidos sin embargo un remojo prolongado o la limpieza con una solución alcalina puede provocar una descomposición hidrolítica (Schaeuffelhut et al., 2002).

montados, ya que la capa de plumas se encuentra muy compactada con el cuerpo y se podría correr el riesgo de mojar la piel. El procedimiento, practicado por el Museo Bishop de Honolulu, consiste básicamente en vaporizar agua, colocando el objeto en una posición tal que el agua caiga sobre un papel secante llevándose la suciedad. Esta operación se puede repetir varias veces hasta que el agua por fin salga limpia; posteriormente se peinan las barbas y bárbulas (Mason y Graham, 2006). Wolf (1982) utiliza un método que se basa en introducir la pluma entre dos papeles secantes tras la nebulización para que, por capilaridad, la suciedad pase al papel. De esta manera, se lleva el agua hacia la punta de la pluma y no se daña el sustrato donde está inserta (Mason y Graham, 2006). Este método se puede adaptar en ocasiones a especímenes montados.

La limpieza **con hisopos** solo se realiza cuando los otros procedimientos no pueden ser empleados y siempre que la matriz de plumas de un ave permita colocar un papel secante debajo de las plumas. Las desventajas de limpiar con hisopo son que lleva mucho tiempo, elimina menos suciedad y ésta puede migrar hacia las plumas adyacentes, producir líneas de limpieza y romper pequeños trozos de plumas (Stemann Petersen y Sommer-Larsen, 1984; Rae, 1987; Spafford –Ricci y Graham, 2000; Free, 2005, citado por Mason y Graham, 2006). Además puede dejar fibras de algodón en el espécimen. Pero este tipo de limpieza es muy útil cuando se quiere minimizar la dispersión de la solución de limpieza. (Mason y Graham, 2006).

- **Tensoactivos en soluciones acuosas**

El agua suele usarse frecuentemente combinada con **tensoactivos**, aunque este empleo es muy discutido (Mason y Graham, 2006) ya que las piezas deben enjuagarse bien con agua o con disolventes debido a que dejan residuos que pueden producir daños en las plumas.

Ejemplos de tensoactivos usados en limpieza de plumas son:

- Tinovetin<sup>®680</sup> en agua desionizada (Stemann Petersen y Sommer-Larsen, 1983, citado por Arnoldsson, 2012).
- Surfynol<sup>®</sup> 61<sup>681</sup> (no-ionico) (Pack y Torok 2012, citado por Rae, 2013),
- Orvus WA paste<sup>®682</sup> (Dignard et al., 2005, citado por Rae, 2013),
- Synperonic N<sup>®683</sup> (Fields et al 2004, citado por Rae, 2013; da Silveira 1997; Rae 1989, citado por Arnoldason, 2012).
- Triton XL-80N<sup>®684</sup> (non-ionico) (Barton and Weik 1986, citado por Rae, 2013),
- Vulpex<sup>®685</sup> (Chamberlain 1985, citado por Rae, 2013)

---

<sup>680</sup> Tensoactivo no iónico a base de alcoholes alifáticos. Posee un pH neutro y es soluble en agua (Muñoz et al., 2014)

<sup>681</sup> Tensoactivo no iónico con un pH neutro que al evaporarse por completo no deja apenas residuos. Es poco soluble en agua, sin embargo es soluble en varios disolventes como el etanol, acetona, el White spirit o el cellosolve entre otros (Muñoz et al., 2014).

<sup>682</sup> Detergente no iónico concentrado a base de laurilsulfato de sodio. Tiene un pH neutro y es soluble en agua. Se presenta en forma de pasta (Muñoz et al., 2014).

<sup>683</sup> Surfactante no iónico a base de una disolución acuosa de nonilfenol con óxido de etileno. Soluble en agua, cellosolve, metanol, etanol e isopropanol (Muñoz et al., 2014).

<sup>684</sup> Tensoactivo no iónico



Allyson Rae recuerda que la capacidad de enjuague y, por tanto, de retirada de residuos de cada uno es esencial (Govier, 1970, citado por Rae, 2013).

En el pasado, los tensoactivos no iónicos que más se han usado son Synperonic N® y Triton X-100®<sup>686</sup> pero actualmente no se recomiendan por su toxicidad (Daniels, 1999; Stavroudis, 1998). Estos pueden ser sustituidos por Synperonic A7®<sup>687</sup> (Muñoz et al., 2014) o por Triton XL-80N® (Stavroudis, 1995), aunque su uso está cuestionado debido al bajo pH que da en solución, de entre 4,03 y 6,36 (Fields et al., 2004); para la limpieza de textiles proteicos se recomienda un pH de entre 5 y 7 (Timar-Balazsy and Eastop, 1998). Los detergentes que dieron buenos resultados en el estudio realizado por Fields entre otros fueron Dehypon LS-45®<sup>688</sup> y Synperonic 91/6®<sup>689</sup>. (Fields, et al., 2004, citado por Mason y Graham, 2006).

En el uso y selección del tensoactivo deben tenerse en cuenta varios aspectos, como su carácter (aniónicos, no iónicos, catiónicos o anfóteros según su estructura molecular), el pH o el nivel de concentración del producto, que varía de unos a otros y está establecido por la CMC (Critical Micelle Concentration) (Mason y Graham, 2006). Wolbers y Buck en 1996 señalaban que elevar la concentración micelar por encima del 5 (5x CMC) no aumentaba la capacidad del detergente para eliminar la suciedad, pero si la dificultad para eliminar los residuos de éste (Mason y Graham, 2006).

Los bordes de las puntas de las plumas de algunas especies de Accipitridae, Falcanidae, Glareolidae, Columbidae y Upupidae pueden curvarse al lavarlas, sobre todo si están dañadas, aunque este efecto puede deberse también a la utilización de un detergente demasiado alcalino. Este proceso a veces se puede reversibilidad (durante varios meses), envolviendo el área afectada en un tejido húmedo y dejándola secar (Thomson, 2006).

Respecto al pH, un valor básico por encima de 8 es perjudicial para las plumas (Bishop Museum, 1996). Algunos colorantes naturales usados para tinción, que no son eliminados normalmente con una limpieza acuosa pueden fluidificarse con un detergente alcalino (Singer, 1980, citado por Mason y Graham, 2006). Además, las soluciones alcalinas causan amarilleamiento de las plumas. (Spafford-Ricci y Graham; 2000). Los colorantes químicos de los animales como pteridinas, melaninas<sup>690</sup> o porfirinas son solubles en soluciones acuosas acidificadas o basificadas (Fox y Vevers 1960, citado por Mc Graw, Hudon y Hill, 2005).

Si se ha de emplear un tensoactivo, es mejor hacerlo con un detergente neutro y acometiendo este lavado de manera gradual, comenzando por áreas pequeñas y secándolas antes de comenzar con la siguiente, realizando además siempre catas previas antes para determinar cómo reaccionan las plumas frente al agua, ya que no todas responden de la misma manera (Thomson, 2006).

---

<sup>685</sup> Jabón de oleato de potasio, su componente principal es el potasio-ciclohexil-oleto. Posee un pH de 11,5. Es soluble en agua y en disolventes minerales (Muñoz et al., 2014).

<sup>686</sup> Detergente aniónico cuyo principal componente es octal-fenol-etoxilato. Es soluble en agua, etanol, alcohol isopropílico, tolueno, xileno entre otros pero insoluble en hidrocarburos alifáticos. Tiene un pH de entre 6 y 8 en una concentración acuosa al 5% (Muñoz et al., 2014).

<sup>687</sup> Jabón de etoxilato de alcohol. Soluble en agua, cellosolve, metanol, etanol e isopropanol. Producto biodegradable ideado en sustitución del Synperonic N (Muñoz et al., 2014).

<sup>688</sup> Tensoactivo no iónico que forma poca espuma con un pH de 6 a 7,5 a una proporción de un 1%. (Care chemicals, 2011).

<sup>689</sup> Tensoactivo no iónico a base de etoxilato.

<sup>690</sup> Las melaninas del pelo son insolubles en la mayoría de disolventes y son resistente a ácidos concentrados, pero pueden disolverse en álcalis (Kite, 2006, p. 151).

Respecto al tipo de tensoactivo a utilizar, los investigadores discrepan. Algunos conservadores evitan el uso de detergentes no iónicos en soluciones acuosas debido a que en principio podría producirse el amarilleamiento de la queratina (por ejemplo, Lennox y Rowlands, 1969), aunque no puede concluirse sobre este tema porque los resultados son contradictorios (Mason y Graham, 2006).

Dignard y otros en 2006 probaron el Triton XL-80N® (no iónico) en agua y comprobaron que la solución era muy eficaz contra la suciedad (hollín), pero que desordenaba las barbas de tal manera que ya no podían ser recolocadas con facilidad (Mason y Graham, 2006).

Aunque los estudios de la elección de tensoactivos se han realizado generalmente sobre textiles de lana y no de pluma (Mason y Graham, 2006), resulta al menos una aproximación en cómo se comportarán con elementos proteínicos. Aunque el uso de las recomendaciones en la literatura de conservación de textiles es muy útil, debe tenerse en cuenta que los objetos de plumas difieren mucho por ejemplo en la capacidad de aguantar múltiples lavados y agitación (Mason y Graham, 2006).

En el estudio de Fields y otros de 2004 realizado sobre fibras proteicas se constató que una muestra de lana sin lavar, amarilleaba más que una lavada con Imbentin C135/070<sup>691</sup> (no iónico), pero las tratados con Orvus WA® (aniónico) amarilleaban más que las tratados solo con agua (Mason y Graham, 2005). Parece ser que los tensoactivos aniónicos también degradan el pigmento de las queratinas, ya que éstos son sensibles al aumento de la oxidación por la exposición a álcalis, volviéndose tanto los colores claros como oscuros, anaranjados (Hawks, 2005; Wolf, 1982, citado por Mason y Graham, 2005). Por todo ello, se considera generalmente que es preferible elegir un detergente no iónico que uno aniónico, ya que estos últimos son más propensos a ser absorbidos por la proteína (Hofenk de Graaff, 1968, citado por Mason y Graham, 2005). Por otro lado los detergentes aniónicos deben ser utilizados generalmente a una concentración mayor para lograr el mismo poder de limpieza (Schick, 1987, citado por Mason y Graham, 2005) siendo previsiblemente más difíciles de enjuagar (Mason y Graham, 2005).

También hay diferencias entre los tensoactivos aniónicos e iónicos respecto a factores como la acción contra la redeposición de la suciedad, donde los detergentes aniónicos dan mejores resultados. Por otra parte, en cuanto a la solubilización de la suciedad, tanto en forma de partículas como de grasa, los detergentes no iónicos son mejores, así como en el rendimiento a bajas temperaturas (Lewis and Eastop, 2001). Los detergentes industriales mezclan ambos tipos de tensoactivos para beneficiarse de las características de ambos.

Singer en 1980 utilizó un detergente catiónico comercial "Comfort" para limpiar plumas y comprobó que éste era efectivo para evitar los agrupamientos de las bárbulas, aunque seguramente contendría mayor cantidad de aditivos (Mason y Graham, 2006).

Para reducir la cantidad de agua requerida, se ha probado a utilizar también espumas de detergente a partir de soluciones acuosas (Stemann Petersen y Sommer-Larsen, 1984, citado por Mason y Graham, 2006); pero este método dejaba manchas de suciedad en las plumas. Además debe utilizarse gran cantidad de agua para eliminar el detergente y la suciedad de las plumas y utilizar un papel secante debajo. (Mason y Graham, 2006).

---

<sup>691</sup> Tensoactivo no iónico con un pH de 5 a 7 al 10% en agua desionizada (Kolb, s.f.).

Algunas técnicas que presenta la bibliografía sobre limpieza en colecciones etnográficas son aplicables a las colecciones de historia natural, como el lavado local con agua y unas gotas de IMS para reducir la tensión superficial (de esta manera las plumas se relajan). Se puede aplicar con un pincel en dirección al crecimiento. Posteriormente se secan en un sándwich de hojas de poliéster. Se secan eliminando el exceso de humedad con papel absorbente/secante y con aire suave a través de un secador, mientras se acicalan las plumas con los dedos (Rae, 2012).

Dado el daño potencial del uso de detergentes en soluciones acuosas es preferible utilizarlos en determinadas circunstancias, como cuando el daño producido por la suciedad puede ser mayor que el uso del detergente o el riesgo asociado con otras técnicas de limpieza pueda resultar mayor y cuando no existen partes que se puedan deteriorar, como los tintes añadidos, etc. (Mason y Graham, 2006).

- **Disolventes no acuosos**

Este tipo de productos se eligen para limpiar plumas porque eliminan las sustancias aceitosas o grasas y reducen el riesgo de hinchamiento de la queratina que provocan las soluciones acuosas. Se prefiere su empleo cuando otros elementos del objeto son sensibles al agua o cuando existen partes que podrían activarse con la humedad, como tintes, adhesivos y color. (Mason y Graham, 2005). Sin embargo, Algunos disolventes son capaces de disolver los colores lipocromos. (Schaeuffelhut et al., 2002).

Los disolventes no solo son usados para limpiar sino también como productos de enjuague después de la limpieza con agua y de esta manera acelerar la evaporación de la misma (Mason y Graham 2005, citado por Arnoldsson, 2012). El inconveniente de los disolventes es que no pueden reversibilizar las deformaciones que hayan sufrido los materiales (plumas). (Mason y Graham 2005, citado por Arnoldsson, 2012).

La falta de hinchamiento de la queratina con el uso de disolventes es una ventaja cuando se teme que la estructura o la forma de las plumas se vean modificadas. Los disolventes puros han sido útiles en plumas de tipo plumón, ya que no hay unión en las barbas (mat) (Rae, 1987, citado por Mason y Graham, 2005).

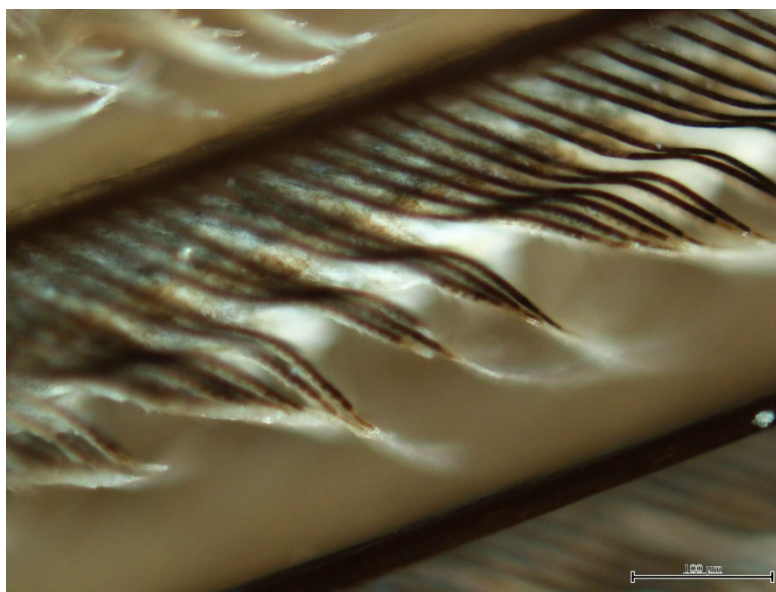
Como se ha indicado, las plumas tienen aceites naturales que muchos disolventes pueden arrastrar dejando las plumas más frágiles, además de dañar la coloración del ave y de la policromía (Shelton, 1996). Aunque los disolventes pueden eliminar esta sustancia, éstos serán una alternativa cuando los otros procedimientos de limpieza no funcionen (Vea 2006, p. 34-35; Schaeuffelhult et al, 2002, p. 66, citados por Arnoldsson, 2012).

Aunque es deseable conservar la mayor parte de los aceites naturales, inevitablemente una pequeña cantidad de aceite será eliminado para intentar eliminar las partículas adheridas a él. Se puede minimizar esta pérdida con la elección del disolvente más adecuado, pero la cantidad de aceite que se elimina suele ser proporcional a la intensidad de la limpieza que se consigue (Mason y Graham, 2005).

Ya se ha indicado que la metodología de aplicación del disolvente está supeditada por el objeto que va a intervenir. En caso de “pieles emplumadas”, la aplicación debe ser tópica y, dependiendo de las posibilidades de actuación debido a la densidad del plumaje, debe introducirse un papel absorbente debajo de las plumas e ir empapándolo de disolvente (Rae & Wills 2002, pp 55-56). También pueden utilizarse almohadillas de algodón introducidas bajo la pluma y secar el exceso de disolvente y suciedad presionando la superficie de la misma. Este método es válido para limpiar plumón y no plumas de contorno, ya que la presión de la almohadilla puede destruir la estructura de la pluma (Fonicello 2010, s. 6-8, citados por Arnoldsson, 2012).

También se ha señalado que los productos limpiadores cambian las cualidades estéticas de las plumas y éstas pueden perder brillo tras el tratamiento. En el estudio de Allyson Rae de 1984 se mostraba como el white spirit proporcionaba una apariencia menos brillante que los otros disolventes probados<sup>692</sup> (Rae 1984, citado por Arnoldsson, 2012).

La limpieza con disolventes puede provocar además, que las barbas se agrupen (Arnoldsson, 2012). Un experimento realizado con hisopo y utilizando acetona y etanol en las mismas condiciones demostró que el etanol agrupaba las barbas en mayor medida que la acetona (Karantoni y Malea 2005, citado por Arnoldsson, 2012). Este efecto de agrupamiento que deriva del empleo del etanol fue comprobado en la presente tesis doctoral mediante el empleo del microscopio óptico (Ver fig. 81).



**Figura 314. Detalle de barbulas agrupadas tras la limpieza con etanol.**

Además, algunos disolventes no acuosos tienen la capacidad de modificar las queratinas. Por ejemplo, los alcoholes pueden reaccionar con ella provocando la esterificación de las moléculas de proteína. Según algunos autores, el metanol y el etanol provocan el hinchamiento de la proteína y el propanol la contracción (Florian, 1984, citado por Mason y Graham, 2005). No se han hallado sin embargo referencias en las que estos daños hayan sido evaluados.

<sup>692</sup> IMS, Shellsol T<sup>®</sup> Synperonics N<sup>®</sup> en agua destilada.

Otro factor que ha de tenerse en cuenta en la limpieza con disolventes es el tiempo. Si el contacto entre el disolvente y la pluma se prolonga, puede agravarse la alteración (Mason y Graham, 2005).

Parece ser que la tensión superficial de los distintos disolventes también influye en el grado de actuación de los mismos por el poder de penetración. Por ejemplo el etanol tiene una tensión superficial baja y es más destructivo con la estructura de la pluma comparado con el IMS, la acetona y el agua (Arnoldsson, 2012)

Debe tenerse especial cuidado, como se ha indicado, con los colorantes naturales de los animales. Los pigmentos carotenoides (lipocromos) se transfieren fácilmente en disolventes orgánicos fuertes no polares como el hexano (para carotenoides no polares) y el éter metil tert-butílico (TBME) (para carotenoides polares) (Mc Graw, 2005).

Algunas cuestiones específicas de todas esas recomendaciones han de valorarse de manera individual y de acuerdo a las características de la pieza a limpiar. Así, el aceite uropigial presenta distinta composición para las distintas aves, lo que puede dar lugar a que los disolventes tengan efectos ligeramente diferentes en las operaciones de limpieza<sup>693</sup> (Arnoldsson, 2012). Esta afirmación es extrapolable a otros métodos y a otros especímenes.

Por otro lado el envejecimiento tanto de la pluma como de los aceites uropigiales presentes en ellas, también puede influir en la respuesta de las plumas a los disolventes (Arnoldsson, 2012).

#### Los distintos disolventes. Ejemplos de su empleo.

Los disolventes usados comúnmente para la limpieza de plumas son:

- Acetona (Horie, 1988; Stone y Fogle, 1985, citado por Karantoni y Malea, 2005; Govier, 1970, citado por Mason y Graham, 2006; Arnoldsson, 2012),
- Etanol (Horie, 1988; Spafford y Graham, 1993, citados por Karantoni y Malea, 2005; Govier, 1970, citado pr Mason y Graham, 2005; Arnoldsson, 2012),
- IMS (el alcohol desnaturalizado/alcoholes metilados industriales). Posee también efectos biocidas y han sido efectivos en la eliminación de algunos depósitos oleosos y hongos (Entwistle, 1992; Rae, 1987; Rae y Wills, 2002; Richard y Jaeschke, 1992, citado por Karantoni y Malea, 2005; Arnoldsson, 2012).,
- White Spirit (eficaz en manchas aceitosas) (Howlett, 1992; Rae y Wills, 2002, citado por Karantoni y Malea, 2005; Rae, 1984, citado por Rae, 2013).
- Tolueno (Stone y Fogle, 1985, citado por Karantoni y Malea, 2005),
- 1,1, 1-tricloroetano (Entwistle, 1992; Trodd, 1992). (Karantoni y Malea, 2005),
- Queroseno, que no se recomienda (Govier, 1970, citado por Mason y Graham, 2006).
- Dicloruro de etileno (Rae, 2013).
- Alcohol isopropílico (Rae, 2013).

---

<sup>693</sup>En aquellas aves con una composición de aceites más polar será más efectivo el uso de disolventes polares. La acetona tiene mayor capacidad para disolver las ceras dad su naturaleza orgánica que el resto de los disolventes (Arnoldsson, 2012).

- Beseler® DustGun 100, que está compuesto de 1,1,1, 2-tetrafluoroetano bajo presión de aire (Charles Beseler Company 1993, citado por Pack y Torok, 2012).

- Leksol® AL (n-propil bromuro + estabilizador apropiado) (Pack y Torok, 2012).

Los métodos de aplicación van desde hispos de algodón, cepillo suave, pulverización y ayuda de un trozo de tela o una esponja o papetas entre otros.

De algunas experiencias realizadas con estos disolventes pueden extraerse conclusiones respecto a su eficacia:

En 2006, Veá aplicó acetona en la limpieza de un sombrero que tenía elementos solubles y pensando en no eliminar los aceites uropigiales. Este método fue elegido por su rápida evaporación y que se podía efectuar una limpieza más controlada, pero proporcionaba un resultado desigual en la limpieza (Veá 2006, pp 34-35, citado por Arnoldsson, 2012).

El etanol y el percloroetileno eliminan aproximadamente el 50% del hollín que permanecen en las plumas tras un aspirado. (Spafford-Ricci y Graham, 2000, citado por Mason y Graham, 2006). Como contrapartida, el etanol puede llevar la suciedad hacia los bordes de evaporación, aunque estas líneas de marea pueden eliminarse con una técnica cuidadosa. (Spafford-Ricci y Graham; 2000)

En el British Museum utilizan para la limpieza de pieles emplumadas un aspirado suave e IMS (Rae y Wills, 2002, 43, citado por ICON, 2011).

En especies no voladoras como el ñandú, que tienen semipluma en vez de plumas de contorno, es posible insertar un tejido absorbente bajo grupos pequeños de plumas para separar la piel de éstas y así aplicar con un pincel suave IMS que depositaría la suciedad en el tejido situado debajo (Rae y Wills, 2002, 43) (Mason y Graham, 2006, ). Después se secan con aire frío y se acicalan para devolverles la forma. (Rae y Wills tb?). Esta técnica proporciona buenos resultados.

En 2010 Fonicello estudió el efecto del alcohol isopropílico diluido al 91% para eliminar hollín sobre plumas. Resultó muy eficaz en la eliminación de este tipo de suciedad, dejando las plumas tanto en color y forma mejor que antes de la intervención, aunque el autor señalaba que presumiblemente el disolvente hubiera eliminado los aceites naturales (Fonicello 2010, citadopor Arnoldsson, 2012).

En la limpieza de un tocado del noroeste de Tlingit, el disolvente elegido fue white spirit (en EEUU se conoce como disolvente Stoddard®) que se aplicó mediante pulverización a la vez que se removía la suciedad con una brocha. Se descartó el uso de detergentes por la dificultad de enjuagar a fondo el plumón. Para retirar la suciedad se utilizaron tejidos absorbentes que se apretaban con las dos manos y, aunque se aplastaba el plumón, posteriormente éste recuperó su forma esponjosa cuando se secó (Del Re, 1988, citado por Mason y Graham, 2006).

Por otro lado, como se ha indicado, se puede emplear la mezcla de agua y disolventes en la limpieza usando varias técnicas, como el empleo de hisopos y pinceles (Pack & Torok 2012; Fonicello 2010; Rae and Wills 2002, citados por Rae, 2013).

La emisión de agua y disolventes a través de un vaporizador para limpiar un artefacto puede ser efectiva en caso de que éste tenga capas gruesas de plumas que aíslen los materiales incompatibles



con los productos de limpieza. Se puede adaptar la técnica para tratamientos de plumas individuales (Rae, 1989, citado por Rae, 2013).

Allyson Rae utiliza en 2005 soluciones de IMS y agua cuando por ejemplo las plumas están muy distorsionadas (deformadas). Mason (1990) añade etanol 5% a una solución de detergente acuosa para acelerar el secado. Singer (1980) añadió 10% de acetona a su enjuague final de agua desionizada para el mismo propósito (Mason y Graham, 2006).

**Diversos estudios** comparan diferentes sistemas de limpieza, tanto de limpieza en seco “dry clean”, como métodos acuosos y limpieza de disolventes.

Miller estudió en 1985 cómo podía afectar la limpieza con percloroetileno, triclorotrifluoroetano y el tensoactivo Synperonic N® al 1% en agua destilada aplicándolos con brocha. Este autor constató que el triclorotrifluoroetano era el más eficiente de los tres? (Mason y Graham, 2005).

Allyson Rae también testó la capacidad de limpieza del IMS, White Spirit, Shellsol T y Synperonics N en agua destilada, determinando que el IMS proporcionaba muy buenos resultados al limpiar muy bien, no dañar las barbas? y secar rápido (en menos de 15 min), a la vez que devolvía a las plumas su forma original. (Rae 1984, p 88-89). (Arnoldsson, 2012). Allyson Rae indica también en su tesis de 1984 que el Synperonics-N en agua destilada eliminaba más aceites naturales que el IMS y recomendaba utilizar IMS cuando fuera posible (Rae 1984, p 91-94, citado por Arnoldsson, 2012).

En un estudio de 2005 se compararon los efectos de la acetona y el etanol, pensando que tendrían propiedades parecidas respecto a la limpieza (Karantoni y Malea 2005, citado por Arnoldsson, 2012).

En el estudio se colocó bajo las plumas un tejido de papel para absorber el exceso de disolvente (Karantoni y Malea, 2005). A fin de evitar el desorden de las barbas y bárbulas el disolvente fue aplicado con hisopo desde el raquis hasta el borde de las barbas. De igual manera se efectuó la limpieza con aspiración (Karantoni y Malea, 2005). De los disolventes probados, con la acetona, la suciedad solo se quitaba en el lado donde se aplicaba el disolvente y las barbas se agrupaban (Karantoni y Malea, 2005). En la limpieza con etanol se observaron resultados similares y, si bien la limpieza se desarrollaba más rápidamente, la agrupación de las barbas era más notable. Con ninguno de los dos disolventes se observó cambio de coloración en la pluma. (Karantoni y Malea, 2005). La limpieza química con la primera aplicación no fue exitosa (Karantoni y Malea, 2005).

Arnoldsson en 2012 estudió y comparó el efecto sobre las plumas de cuatro disolventes; etanol, acetona, IMS (alcohol metilado) y agua desionizada. (Arnoldsson, 2012). En el estudio no sólo se comparaba la cantidad de aceite que se eliminaba de las plumas sino también la capacidad de limpieza, como afectaba al brillo, la capacidad de deformar del disolvente y la facilidad para devolver la forma tal la limpieza (Arnoldsson, 2012).

Los estudios realizados con el método de extracción de Soxhlet<sup>694</sup> para determinar la cantidad de aceite uropigial que permanecía sobre la pluma no fueron concluyentes, pero sí se determinó que la limpieza con agua desionizada apenas eliminaba material de la superficie. La limpieza más estética la

---

<sup>694</sup> Método utilizado para extraer sustancias generalmente lípidos de un sólido a través de un aparato llamado Extractos Soxhlet empleando un disolvente adecuado.

proporcionaban el IMS y el agua desionizada y el etanol es el disolvente que más afecta a la estructura de las plumas (Arnoldsson, 2012).

El agua desionizada y el IMS arrojaron los mejores resultados respecto a conservación del brillo y de la forma y del grado de esponjosidad del plumón pero el IMS se consideraba que realizaba una mejor limpieza (Arnoldsson, 2012). El etanol rompía la mayoría de las líneas de las barbas y tenía un menor poder de limpieza que la acetona y el IMS (Arnoldsson, 2012).

Las plumas tratadas con agua eran más fáciles de moldear después de la limpieza, al relajarse el material y secar la pluma más lentamente, aunque se debe ayudar con un secador (Arnoldsson, 2012).

Con los otros disolventes esta manipulación es más complicada debido a su rápida evaporación. El etanol es el que más perjudicaba a la estructura de la pluma y, al igual que con la acetona costaba devolverle la forma. En cambio el IMS se comportaba algo mejor a este respecto (Arnoldsson, 2012).

Como conclusión final del estudio de Arnoldsson, 2012, se determinó que los mejores resultados los proporcionaban el IMS y el agua destilada, siendo el IMS el que mejor limpiaba y el agua el que era más respetuoso con la estructura de la pluma (Arnoldsson, 2012). En cambio si la suciedad es persistente, el agua no es capaz de eliminarla y debe recurrirse a disolventes. El etanol se desaconsejaba tras los resultados para la limpieza de la pluma (destrucción de su estructura). Éste estudio se complementa al realizado por Karantoni y Malea de 2005 sobre la agrupación de las barbas (Karantoni y Malea 2005, citado por Arnoldsson, 2012).

Las llamadas limpiezas en seco comerciales pueden eliminar el aceite natural y provocar la desecación de las plumas (Bishop Museum, 1996).

Triclorotrifluoroetano y percloroetileno, seguidos de cerca por el tricloroetileno tienen una acción más rápida sobre las grasas que los destilados de petróleo, necesitando menos tiempo de contacto en la superficie para producir el mismo nivel de limpieza (Mason y Graham, 2005)

- **Tensoactivos en soluciones no acuosas**

La mezcla de disolventes y tensoactivos se ha utilizado en la limpieza de arte plumario. El Vulpex B30® por ejemplo, ya se ha comentado, que se ha encontrado eficaz como limpiador en algunos casos (Spafford y Graham, 1993; Govier, 1970, citado Mason y Graham, 2005) pero también insuficiente en otros. (Stemann Petersen and Sommer-Larsen, 1984, citado Mason y Graham, 2005).

Como ejemplo concreto, la mezcla de Vulpex al 1 % en tricloroetileno eliminó el 60 % del hollín producido en el incendio del Museo Shaskatchewan. Sin embargo, ha de tenerse mucho cuidado con este tensoactivo porque puede eliminar los componentes naturales de las plumas y la piel (Fusch, 1980, citado por Spafford-Ricci y Graham; 2000). Por ello, no se recomienda el uso de Vulpex en la limpieza de plumas (Spafford-Ricci y Graham; 2000).

Los ensayos realizados sobre una capa jaguayana demostraron que la mezcla de un detergente y agua fueron más efectivos que la limpieza de un disolvente de limpieza en seco “dry-cleaning solvent” (Stemann Petersen y Sommer-Larsen, 1984, citado por Mason y Graham, 2006). Otros estudios demostraron que Tritón XL-80N® en solución acuosa poseía mejores propiedades en la limpieza que otros detergentes disueltos en disolventes no acuosos (Dignard et al, 2006 citado por Mason y Graham,

2006). Estos estudios demostraron que la disolución de tensoactivos en disolventes tienen en muchas ocasiones menor poder de limpieza pero que se recurre a ellos cuando se pretende evitar que se hinche la proteína de las plumas u otro tipo de daños producidos por el agua.

#### 16.3.3.1.4 La utilización de papetas y geles a base de arcillas, fibras de papel u otros

Cuando no se puede usar otros métodos, la arcilla, fibras de papel y los geles en forma de papeta se han empleado para actuar en superficie y ampliar el contacto entre el agente limpiador y ésta (Mason y Graham, 2005).

Las papetas han sido utilizadas ampliamente en otros materiales y existen algunos trabajos sobre la aplicación en plumas (Mason y Graham, 2005).

Las papetas a base de agua o disolvente intercalando una película aislante son útiles para plumas en situaciones delicadas y para minimizar el impacto sobre los materiales asociados (Schaeuffelhut et al 2002; da Silveira 1997, citado por Rae, 2013). Además de que con estos métodos se reduce el tiempo de limpieza (Mason y Graham, 2005).

La dificultad principal que presenta el trabajo con geles es su eliminación si se aplican directamente sobre la pluma, ya que entonces ha de realizarse un baño de limpieza para eliminar sus restos de la estructura fina de la pluma. Si se intercala un papel u otro tejido entre la pluma y el agente de limpieza, el contacto entre ambos se pierde (Schaeuffelhut et al., 2002).

La aplicación de humedad en el tejido barrera a menudo puede ayudar a adaptar éste a la forma de la pluma pero entonces la solución de limpieza debe ser miscible en agua (Mason y Graham, 2005).

Otros de los problemas asociados al uso de geles y papetas es que ambos métodos resultan muy lentos, ya que la mayoría de los objetos cuentan con un gran número de plumas. (Schaeuffelhut et al., 2002).

Luciana Da Silveira realizó un estudio de limpieza sobre plumas con tres geles a base de Laponite RD<sup>695</sup> y como médium, el primero llevaba agua al 5%, el segundo Synperonic N<sup>®</sup> (tensoactivo) en agua al 0,1% y el tercero IMS al 25% (da Silveira 1997; Spafford-Ricci y Graham; 2000; Arnoldson, 2012). Se interpuso una barrera con dos capas de tejido cristal para incrementar el contacto entre la arcilla y la superficie a limpiar y la arcilla se recubrió con una lámina de polietileno durante la noche y se dejó secar parcialmente antes de la extracción (Mason y Graham, 2005). La papeta se retiró antes de que secara completamente ya que la contracción de esta no era deseable para la pluma (Mason y Graham, 2005). Las tres soluciones tuvieron un efecto limpiador similar y la presencia de residuos aumentaba tras subsiguientes aplicaciones (Mason y Graham, 2005). Como conclusión determinó que era un método eficaz para eliminar suciedad y alternativo a otros métodos cuando se necesita una limpieza puntual, pero que podía desordenar las plumas y dejar residuos en la superficie (Da Silveira, 1997).

---

<sup>695</sup> El Laponite RD forma un gel en agua con un pH de 9,8 al 2% (Da Silveira, 1997)

En el Museo de América se han utilizado papetas de Laponite RD® y agua para eliminar la suciedad, y para el personal del Museo el efecto limpiador es asombroso y devuelve a la pluma "todo su brillo y belleza" sin afectar al soporte porque el producto de limpieza se queda en la superficie (Amezaga, 2008).

#### 16.3.3.1.5 Limpieza por ultrasonidos

Como se ha indicado, la limpieza en baño de ultrasonidos no es aplicable a las colecciones de animales montados, ya que hay que sumergir la pieza en agua, aunque Rogers en 1990 concluía tras sus investigaciones que no existía un método totalmente seguro para la limpieza de especímenes viejos o plumas de aves sucias, pero decía que merecía la pena investigar los ultrasonidos empleados en materiales etnográficos. (Hendry, 1999).

Cuando se ha empleado en material etnográfico se ha visto que los ultrasonidos pueden disturbar la superficie de las plumas sobre todo si están envejecidas (Schaeuffelhut et al., 2002). Además pueden causar daños microscópicos en estructuras finas dañando el color estructural (ver quién dice esto pq tengo varios apuntados (Rae, congreso Barcelona). En el estudio de Barton y Weik de 1987 sobre unas plumas de emú y de pavo real de 100 años de antigüedad se comprobó que la acción de los ultrasonidos dañaba las plumas (Mason y Graham, 2005).

#### 16.3.3.1.6 Láseres

Existen diversos estudios de limpieza con láser sobre plumas de diferentes colores, como los correspondientes al proyecto "Feather del NMGM" que aún se están desarrollando. Como una primera aproximación en estos estudios se comprobó que la limpieza con láser Nd-YAG a baja intensidad no modifica el color en las plumas ni elimina la capa de aceite uropigial, ya que las cualidades repelentes hacia el agua no se ven alteradas (Lang, 1999, citado por Schaeuffelhut et al., 2002).

Una de las cuestiones que se está comprobando en este proyecto es si algunos de los pigmentos rojo anaranjados son especialmente susceptibles a la decoloración (Solajic et al., 2002).

En comparación con otros métodos de limpieza, como la limpieza con aspiración, con hisopo humedecido y la de ultrasonidos, éste (el láser) es tan efectivo como la limpieza con baño por ultrasonidos, presentando la ventaja de que es aplicable a objetos que no pueden ser sumergidos (Solajic et al., 2002).

El láser a una fluencia adecuada elimina casi la totalidad de la suciedad y no parece dañar las plumas<sup>696</sup> ni desvanecer el color. Es recomendable para la limpieza de plumas frágiles que no soportan otros métodos de limpieza (Solajic et al., 2002).

---

<sup>696</sup> Aunque bajo MO y SEM se apreciaba una ligera descolocación en las bárbulas que en este proyecto se desconoce si existían previamente.

Cuánto más alta es la fluencia mayor es la limpieza pero también mayor es el riesgo de dañar las plumas. Por ello debe buscarse un equilibrio entre el nivel de limpieza y el riesgo de infringir daños a un objeto (Solajic y otros, 2002).

En los últimos años se han realizado algunas investigaciones sobre la limpieza de plumas con láser Nd: YAG (Mason y Graham, 2005). Carol Dignard et al. descubrieron que puede resultar adecuado si otros métodos no pueden ser aplicados, como por ejemplo en piel emplumada con plumas apretadas o materiales que no pueden ser humedecidos. Pero para estos investigadores los resultados no son más exitosos que los procedimientos de limpieza en húmedo. (Mason y Graham, 2005).

En el estudio de Carol Dignard, W.-F. Lai, N. Binnie, G. Young, M. Abraham y S. Scheerer, se realizó una comparación entre la limpieza con láser y diversos métodos tradicionales<sup>697</sup>. Estos últimos no producían daños aparentes en las plumas, sin embargo el Triton XL producía daños en la estructura (Dignard et al., 2005). Respecto al láser, en el estudio se producía un daño físico a partir de 355 nm a partir de 0,12 J / cm<sup>2</sup>, ya que las zonas manchadas se volvían amarillas tras la limpieza, lo que no ocurría con los métodos tradicionales (Dignard et al, 2005).

En un estudio realizado por Karantoni y Malea para comparar métodos de limpieza aplicables en el Museo Zoológico de la Universidad de Atenas, se probó a testar la limpieza con distintos métodos en unas muestras de plumas de paloma, comparando la limpieza con hisopos de algodón e impregnados con acetona o con etanol, la limpieza por aspiración y el láser con radiación IR a 1064 nm por Q-switched Nd: YAG láser. Los resultados de la limpieza con láser resultaron prometedores al no decolorar ni descolocar éste las barbas (Karantoni y Malea, 2005).

Sin embargo, en la limpieza con láser con un pulso de 0,89 J/cm<sup>2</sup> se observaron daños y decoloración. (Karantoni y Malea, 2005).

Se realizaron pruebas entonces de limpieza en un ave del paraíso. Las plumas eran de color pardo y tenían los bordes iridiscentes. Con una limpieza con láser Q-switched Nd: YAG a 0,31 J / cm<sup>2</sup> se comprobó que la suciedad que previamente se encontraba atrapada entre las barbas y las bárbulas había sido eliminada casi en su totalidad sin afectar a la microestructura de las plumas y sin causar decoloración ni amarilleo (Karantoni y Malea, 2005).

La radiación láser parece resultar una herramienta de limpieza prometedora, ya que elimina los depósitos de suciedad con rapidez y se minimiza el riesgo de daños a las plumas al evitar la manipulación de la estructura de las plumas delicadas. Además no afecta a los materiales asociados.

---

<sup>697</sup> Agua; 1,1,1 tricloroetano; aguarrás; etanol; 1% Vulpex R (oleato alcalina metilciclohexil, un detergente aniónico) en etanol, 1,1,1 tricloroetano o aguarrás; 0,5% Triton R XL-80N (etanol alquiloxi-polietileno-oxypolypropyleneoxy, un agente tensioactivo no iónico) en agua.



**Figura 315. Limpieza con láser en un ave del paraíso, antes y después del tratamiento**

Como conclusión respecto a la utilización de este equipamiento, se puede decir que el láser es agresivo en superficies oscuras y destruye la melanina. Sin embargo es efectivo cuando se trabaja con superficies blancas y polvo oscuro, aunque como se ha indicado se percibe cierto amarilleamiento en las plumas tras la limpieza, aunque que se desconoce si éste era el color natural bajo la superficie de polvo (Arnoldsson, 2012).



**Figura 316. Ejemplo de amarilleamiento en plumas blancas**



Por ello, se debe llevar a cabo una investigación en profundidad que aclare este punto (Dignard et al., 2003; Pacaud y Lemaire, 2000; Verges-Belmin y Dignard, 2003, citados por Karantoni y Malea, 2005), si éste problema es debido a la irradiación o a otros factores. (Karantoni y Malea, 2005).

#### 16.3.3.1.7 Otros tratamientos de limpieza

Cómo indica Madelein Arnoldsson existen métodos para limpiar el plumaje en aves vivas que se han manchado durante los vertidos de petróleo que habría que estudiar como una posible opción (Arnoldsson, 2012), en este caso para los animales naturalizados. Uno de ellos es la aplicación de polvo de hierro que es luego recogido con una recolección magnética, eliminando una amplia variedad de contaminantes de petróleo, empleando aceite de oliva como un preacondicionador para facilitar la extracción del crudo que en algunos casos mejoraba la extracción pero no en todos (Dao et al., 2006) o moléculas creadas para hacer emulsiones magnéticas que envuelven el crudo y actúan como un emulsionante permitiendo la mezcla de líquidos (BBC Mundo, 2012). Estos métodos quizás podrían ser útiles en la limpieza de especímenes manchados durante los incendios, donde el hollín es muy graso.

Un ejemplo de todos los tratamientos explicados es la restauración del diorama 'The Great Bass Rock' del Museo de Ipswich (Inglaterra). En la limpieza se realizaron algunas pruebas utilizando distintos productos como Pastosol AZ®, un agente desengrasante (Dickinson, J. Conservation Officer, Lancashire Conservation Studio, Lancashire Museums. pers comms, 2006, citado por Hill, 2008, 21). Este producto limpiaba la pluma muy bien pero las dejaba demasiado secas debido a su poder desengrasante. Además de ser un procedimiento lento, había que eliminar el producto y enjuagar (Hill, 2008, 21). Por ello, decidieron usar Synperonic A7®. También probaron en un área pequeña de un ave una papeta de carbonato de magnesio al 2%. Ésta parecía no dañar la pluma y limpiaba bien (Hill, 2008, 21).

La mayoría de los pájaros fueron cepillados y aspirados (S. Moore, com. personal, 2006 citado por Hill, 2008) y limpiados con agua destilada y una pequeña cantidad de Synperonic A7® con hisopo de algodón, enjuagándolos después con agua destilada (Entwistle, com. personal., 2006, citado por Hill, 2008). Las plumas debían ser secadas lo más posible durante el proceso, ya que la humedad causaba que las barbas se agruparan. Cuando esto ocurría éstas eran recolocadas y secadas con un secador (Hill, 2008).

Se intentó el uso de limpieza con materiales en seco (S. Moore pers. Comm. 2006) como gomas de borrar. Se usó Drafft clean® (polvo de goma) en la limpieza de un ave pero, aunque limpiaba muy bien, era muy difícil eliminar los restos de la plumas. Después se probó con Groomstick®, pero la naturaleza tan pegajosa del producto tiraba de las plumas desprendiéndolas (Rae, com. personal. 2007, citado por Hill, 2008).

Para limpiar las manchas de pintura que tenían los pájaros se utilizó IMS y acetona y se probó a limpiar otras machas amarillentas de grasa con tricloroetano (Hill, 2008, 21).

Otro ejemplo es la limpieza realizada en una golondrina común, *Hirundo rustica* y un vencejo de chimenea, *Chaetura pelágica*, del Winterthur Museum (Delaware, EEUU), en donde se aplicó una limpieza progresiva comenzando con un aspirado suave ayudado por el uso de brochas para eliminar

la suciedad, pasando al empleo de un disolvente en spray (Beseler® DustGun 100) para profundizar en la limpieza. El gas se congela en la superficie de la pluma y luego es retirado con aire a presión. Para apurar más la limpieza se aplicó entonces el disolvente Leksol® AL que posee la ventaja de que no elimina fácilmente el aceite uropigial (Pouliot, 2011, citado por Pack y Torok, 2012). Este fue aplicado, junto con la colocación de un papel fino debajo de las plumas que recogía la suciedad ayudado por la acción mecánica de un pincel (Pack y Torok, 2012).

#### **16.3.3.2 Investigación sobre los métodos de limpieza a emplear sobre las aves naturalizadas del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) y la Facultad de Bellas Artes (UCM)**

Al probar algunos de los tratamientos que se han enumerado en la limpieza de algunas aves naturalizadas del Museo de Ciencias y de la Facultad de Bellas Artes que tenían las plumas muy frágiles debido a la acumulación de polvo y a la exposición a la luz solar, y seguramente a vapores de aceite de linaza y aguarrás durante un siglo, en el caso de las piezas de la facultad de Bellas Artes, se comprobó primeramente, que el aspirado con filtro HEPA 10 eliminaba el polvo superficial, pero como habían explicado otros investigadores apenas retiraba la suciedad incrustada.

Por otro lado, la limpieza con disolventes acuosos y no acuosos, primero con agua y tensoactivo (en este caso Tween 20<sup>698</sup> al 2%) o etanol puro aplicado con hisopo, a nivel de limpieza proporcionaba buenos resultados (superficiales) pero en algunos casos dañaban las barbas, arrancándolas. Esta circunstancia puede estar relacionada con el uso de hisopo y el movimiento de hacerlo rotar sobre la superficie.

Al limpiar una perdiz que tenía una mancha de resina en el pecho empleando esta vez una papeta de algodón impregnada en etanol para mojar la mancha, y papel para que absorbiera por capilaridad la resina, las barbas de las plumas aguantaban mejor y éstas no se desprendían, aunque sí parecía que el uso reiterado de este disolvente pudiera dañar las plumas, rizándolas, con un exceso de baños.

En la limpieza de la policromía de las patas y picos con hisopo de algodón humedecido con agua y tensoactivo (Tween 20 al 2%), en algunos casos, la policromía que estaba algo pulverulenta se desprendía. Sin embargo este mismo método era eficaz al aplicarse en tegumentos sin pintar, aunque la suciedad permanecía en intersticios como zonas con escamas o grietas.

---

<sup>698</sup> Tensoactivo aniónico derivado del óxido de etileno que permite hacer emulsiones de aceite en agua. Soluble en agua, alcohol etílico, alcohol metílico y alcohol isopropílico (Muñoz, 2014). El pH de una solución de un 1% en agua está entre 5-7.



Figura 317. Ejemplos de limpieza con hisopos humedecidos en agua con tensiactivo (Tween 20 al 2%<sup>699</sup>)

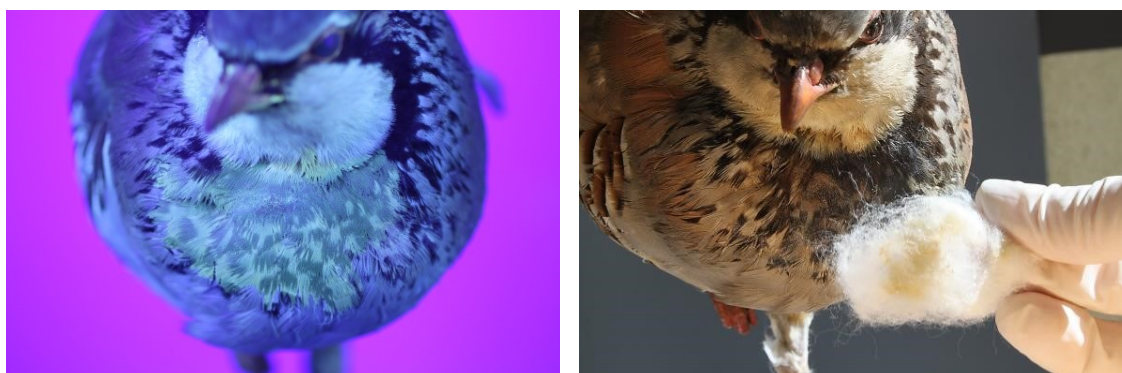


Figura 318. Limpieza de un recubrimiento en el pecho de una perdiz, posiblemente de resina natural con papetas de algodón impregnadas en etanol sin frotar, simplemente por capilaridad.

---

<sup>699</sup> Esta proporción es la máxima recomendada para que no queden residuos que puedan dañar los materiales (Sánchez Ledesma, A.).



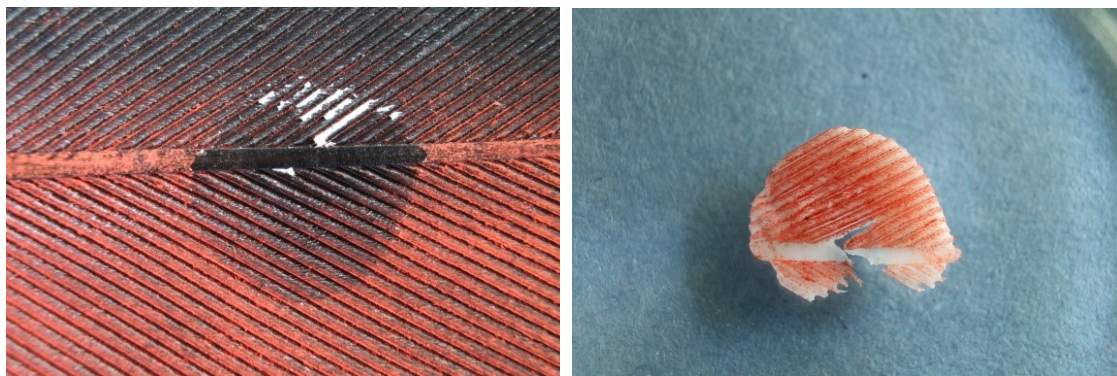
**Figura 319** Resultado parcial de la limpieza con etanol en la mancha de resina en el pecho de una perdiz. Estado previo.

**Figura 320.** Resultado de la limpieza

También se probó a emplear otras herramientas de limpieza en seco como Whishab, esponjas de humo, Gromstick o paños de trampa molecular (Webril y Dusty Bunny). Los resultados fueron igualmente insatisfactorios, quizás peores que la limpieza con hispo, ya que las barbas se podían desprender con mayor facilidad y la limpieza que se lograba era muy superficial.

Por ello se pensó que este tipo de piezas necesitaban productos de limpieza que no hubiera que frotar o trabajar las plumas como en el caso de las esponjas, trapos o hisopos. Además, debía evitarse la penetración del producto utilizado. Así, se pensó en experimentar con sustancias que se aplicaran líquidas con una viscosidad alta y que se pudieran retirar en forma de película atrapando la suciedad en ella, tales como geles semirígidos o masillas de moldeo. Para ello se probaron varios productos, entre ellos látex (en forma de máscara de enmascarar para acuarela de la marca Talens®), Agar-agar, un producto comercial de goma guar (Cyber-Clean®) y alginato dental, realizando las pruebas sobre plumas de paloma bravía, *Columba livia* y paloma torcaz, *Columba palumbus*, manchadas artificialmente con pigmentos de diferentes colores.

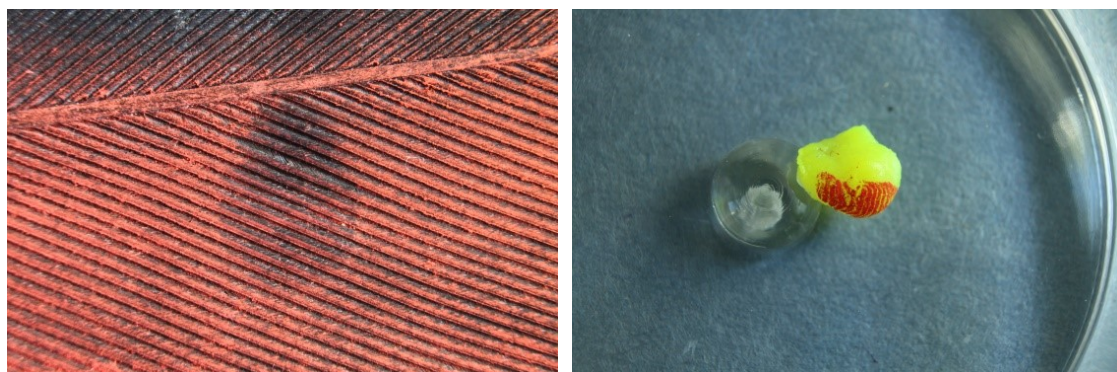




**Figura 321.** Limpieza con alginato dental en una pluma de paloma torcaz ensuciada con pigmento de manera artificial



**Figura 322.** Limpieza con Agar Agar en una pluma de paloma bravía ensuciada artificialmente.

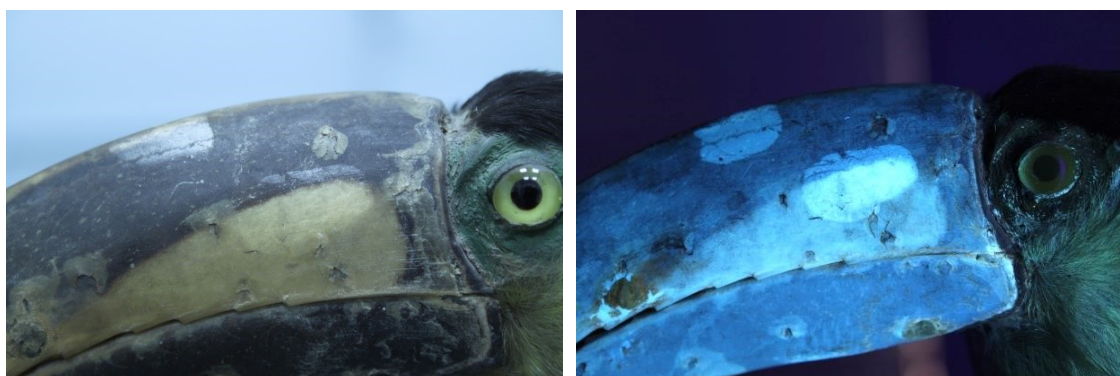


**Figura 323.** Limpieza con Cyber Clean® en una pluma de paloma torcaz ensuciada artificialmente.

La sustancia que proporcionó mejores resultados fue el alginato dental de la marca Schmidt®, porque es barato, fácil de preparar (1:1 agua y alginato), se aplica en frío, no parece mojar apenas la pieza y la limpieza tanto en plumas como sobre patas y picos fue muy agradecida sin dañar la superficie. Además presentaba la ventaja de que al adaptarse a la forma extraía la suciedad del interior de las grietas y otras zonas de difícil acceso sin dañar la superficie del material a limpiar.



**Figura 324.** Limpieza con alginato de la suciedad en un pico de tucán de la Facultad de Bellas Artes (UCM)



**Figura 325.** Limpieza con alginato dental en un pico de tucán. Imagen de la Izquierda con luz natural; imagen de la derecha bajo luz UV

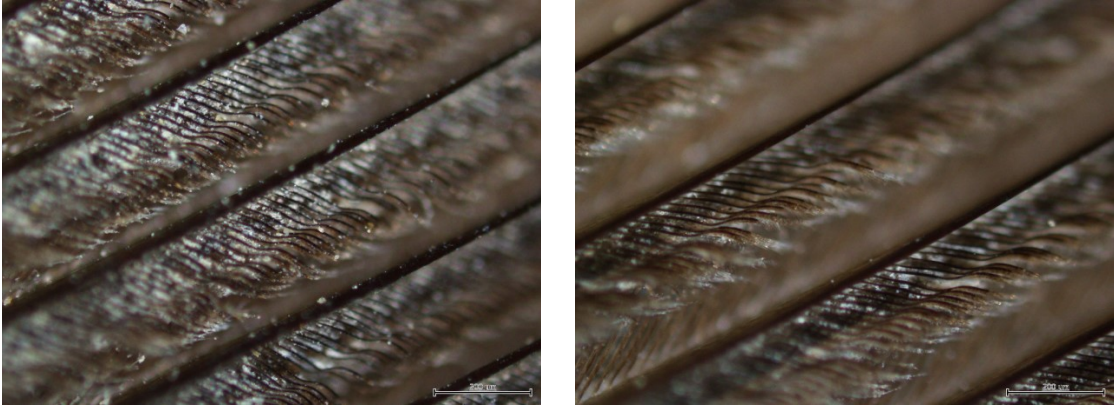




**Figura 326. Plumaje de tucán con una cata de limpieza hecha con alginato dental.**

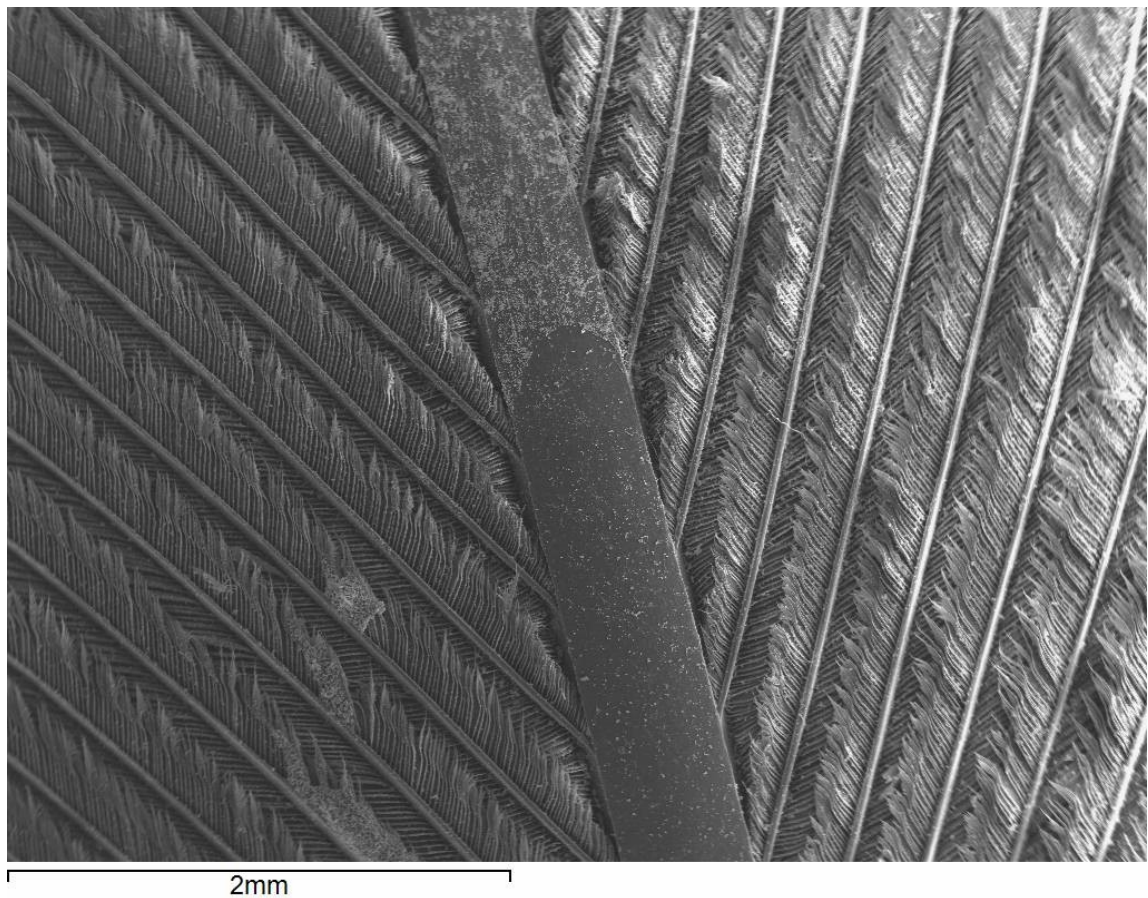
Con estas premisas se hicieron una serie de pruebas para comprobar si el alginato podía eliminar sustancias de la pluma como pigmentos naturales o aceite uropigial, si dejaba residuos no visibles y si descolocaba la superficie de la pluma.

Los exámenes al microscopio óptico mostraron que la limpieza (superficial) no afecta al tejido de barbas y bárbulas, esto incluye la agrupación de bárbulas.



**Figura 327. Imagen bajo MO (200x) de la limpieza de una pluma con alginato dental para determinar a simple vista si puede eliminar recubrimientos de la pluma y el posible daño a la estructura de ésta. Izquierda sin limpiar, Derecha ya limpia.**

Así mismo se realizaron estudios con MEB y aunque la muestra se contaminó en el proceso de preparación (el pigmento saltó del lado ensuciado artificialmente al lado ya limpio cuando se cortó la pluma), impidiendo ver con precisión el grado de limpieza en las bárbulas y barbas de la pluma, pero sí pudo observarse que la limpieza con alginato no disturbaba apenas la estructura enlazada de éstas salvo en las zonas donde quedaban residuos, donde sí se observara una agrupación.



**Figura 328, Imagen MEB de la limpieza de la pluma presentada en la figura 327**

Los residuos que pueden quedar son fruto de la metodología empleada y se apreciaban a simple vista o con luz UV.

Para determinar si el alginato dejaba residuo no visible o podía extraer algún componente de la pluma como el aceite uropigial o el color el laboratorio Larco Química y Arte S.L. realizó los estudios cromatográficos<sup>700</sup> y por medio de FTIR<sup>701</sup> comparando una pluma de guacamayo rojo, *Ara chloropterus*, del mismo ave limpiada con alginato y otra sin limpiar. En los estudios se determinó en primer lugar que el alginato dental usado marca Schmidt<sup>702</sup> se compone de sulfato de sodio y de fosfato de calcio y tiene una gran cantidad de tierra de diatomeas.

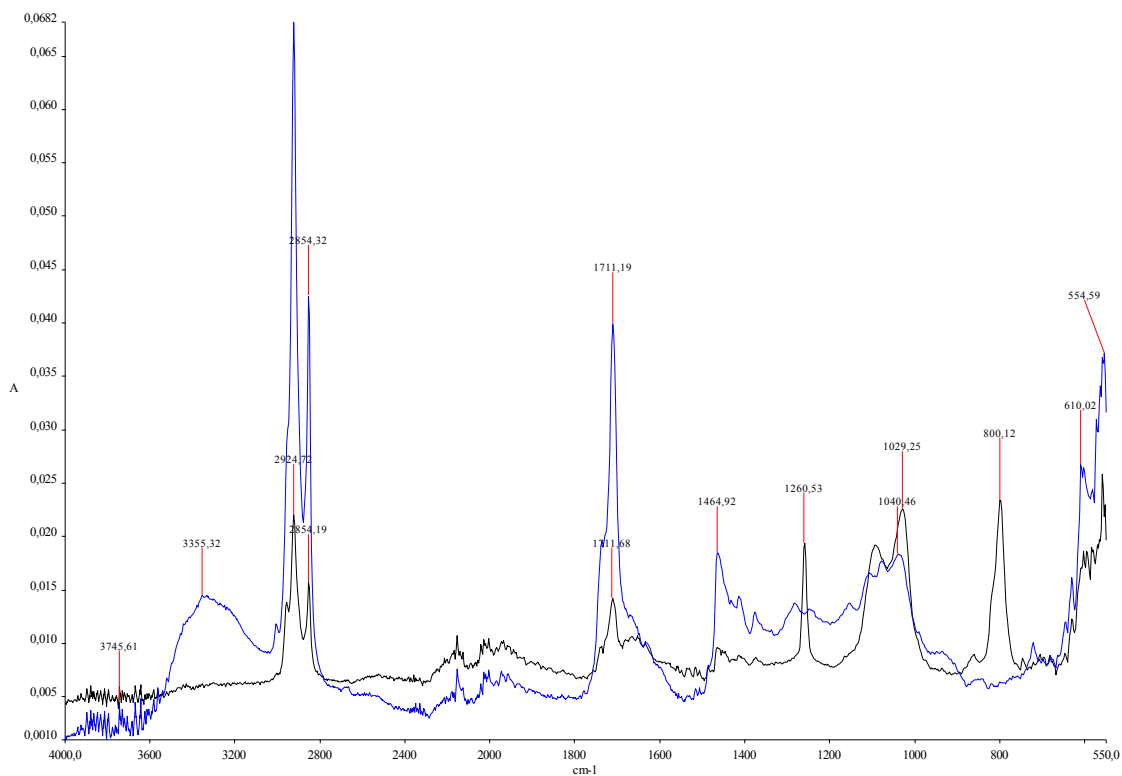
Como conclusión se determinó la transferencia de grasa, proteína degradada (se produce una reducción de la proteína degradada presente entre un 30-35%) y polvo (compuesto por yeso y minerales silíceos) desde la pluma al alginato. Así mismo tras tratar la pluma con alginato se produce una bajada de la concentración de ácidos grasos en la pluma (se reduce hasta en un 25 % la presencia de grasa) y la aparición de contaminantes muy similares en la pluma y el alginato (trietanolamina procedente del alginato, y glicerina y compuestos aromáticos que podrían deberse a productos del envasado) (Larco Química y Arte, 2015). Debe determinarse si la contaminación de la pluma con alginato proviene de los residuos ya visto a simple vista o de otros que no.

---

<sup>700</sup> Cromatografía en fase gaseosa acoplada a espectrometría de masas, para la determinación de sustancias lipófilas, como aceites secantes, resinas y ceras; y de sustancias hidrófilas, como las proteínas y las gomas – polisacárido (goma arábica y productos afines). Para los análisis de sustancias lipófilas, las muestras se tratan con el reactivo de metilación Meth-prep II. Para el extracto acuoso se lleva a cabo una hidrólisis con HCl 6M asistida por microondas y una derivatización con TBDMSTFA en piridina de los compuestos resultantes (Larco Química y Arte, 2015).

<sup>701</sup> Espectroscopía IR por transformada de Fourier. Este estudio se emplea principalmente en el análisis de materiales orgánicos de superficies. En este caso se ha utilizado la técnica “film from solution” a partir de extractos acetónicos y acuosos de los materiales involucrados. Los análisis se llevan a cabo entre 4000 cm<sup>-1</sup> y 550 cm<sup>-1</sup> mediante análisis superficial usando la técnica UATR (Universal Attenuated Total Reflectance) (Larco Química y Arte, 2015).

<sup>702</sup> Las marcas comerciales tienen recetas secretas y varían en su composición.

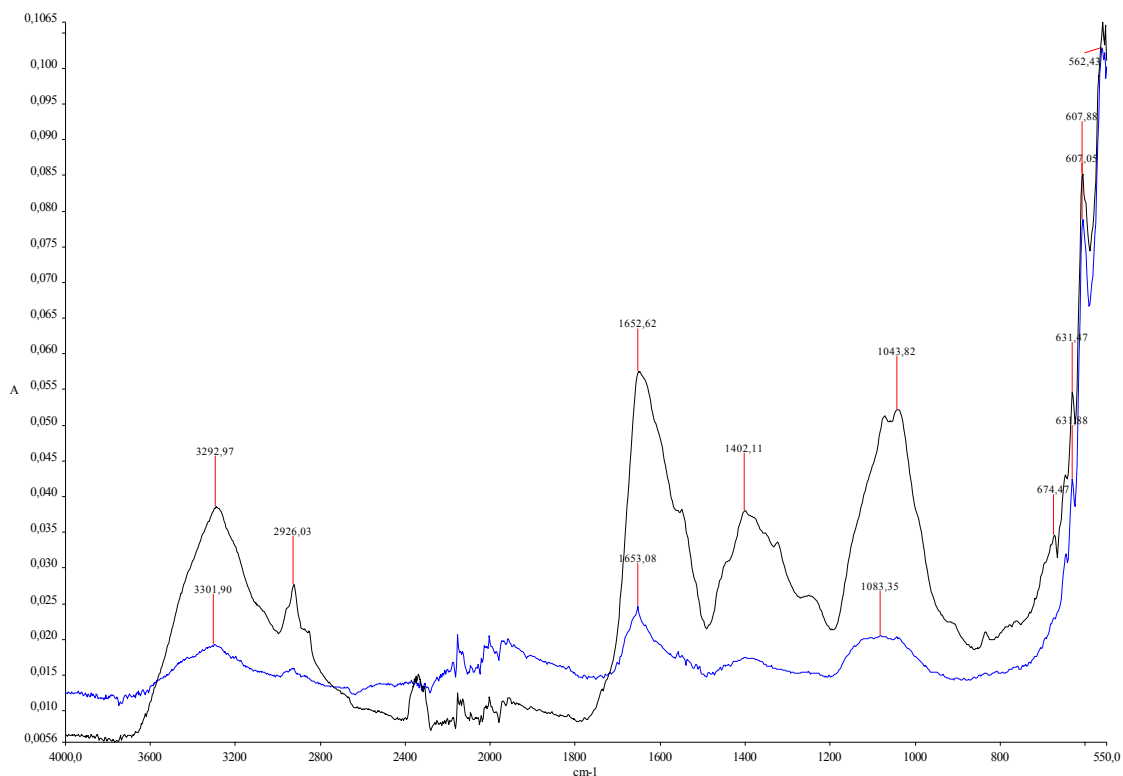


**Figura 329. Espectro FTIR de comparación extractos acetónicos en la escala de absorbancia que es proporcional a la concentración (negro: pluma-antes de la limpieza-, azul: pluma + alginato – después de la limpieza). La concentración de grasa ha decrecido hasta un 25 % del valor original. Permanecen en la superficie sulfatos y sílice del polvo**

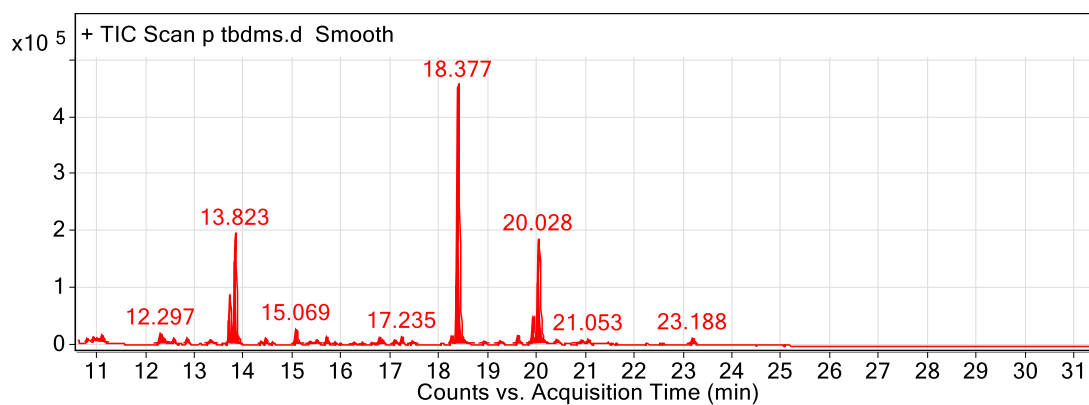


### 16.3. LIMPIEZA

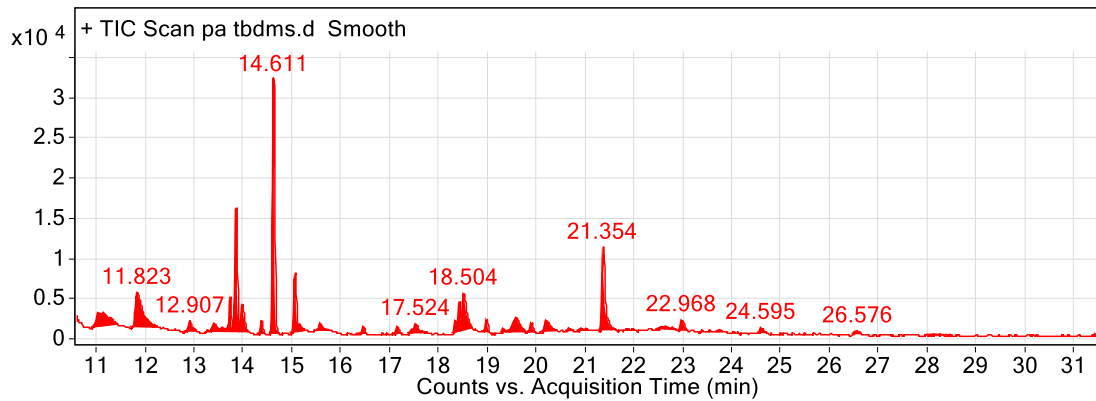
#### 16.3.3. APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS A DIFERENTES MATERIALES



**Figura 330. Espectros comparados en escala absorbancia de la pluma antes (negro) y después (azul) de la limpieza. Se mantienen los mismos componentes (proteína oxidada principalmente), pero su concentración baja también a un valor de un 35-30 % del inicial.**



**Figura 331. Cromatografía de gases en extracto acuoso de la pluma antes de la limpieza**



**Figura 332. Cromatografía de gases en extracto acuoso de la pluma tras la limpieza.**

Estos resultados habría que compararlos con otros métodos de limpieza y otras marcas comerciales, buscando resultados finales comparativos, para determinar si realmente la extracción de sustancias naturales de la pluma es menor que la que se produce con el uso de otros procedimientos de limpieza.

Como conclusión respecto a este estudio preliminar realizado sobre el alginato, se puede determinar que el uso de geles u otros materiales "semi rígidos" puede constituir una alternativa económica para limpiar especímenes de historia natural y otros materiales frágiles que no soporten la acción de otros métodos de limpieza pero teniendo en cuenta lo ya planteado en este estudio.

### 16.3.3.3 Piel, pelaje y mamíferos naturalizados

En el caso de la limpieza de mamíferos naturalizados pueden extrapolarse gran parte de las conclusiones extraídas para la limpieza de aves naturalizadas, como por ejemplo que las soluciones acuosas muy acidificadas o basificadas pueden destruir la melanina.

En este caso es fundamental la referencia a la metodología utilizada en la limpieza de cuero y en peletería que podría adaptarse a este tipo de piezas, aunque de manera muy meditada y estudiada.

El uso de una limpieza progresiva, actualmente comenzando por una aspiración, posteriormente una limpieza en seco, siguiendo con una acuosa y terminando con una limpieza con disolventes, está muy extendida en las colecciones de Museos de Ciencias. Aquellos que tienen una dotación económica potente y pueden disponer de láser utilizan éste para limpiar ejemplares delicados aunque, como se ha indicado, la utilización de esta herramienta aún se encuentra en investigación.

Por ejemplo, Garner en 1988 sugería una limpieza progresiva comenzando con aire comprimido, pasando a detergentes suaves, disolventes orgánicos y polvos, tanto para pieles como para plumas (Hendry, 1999).

#### 16.3.3.3.1 Limpieza con procedimientos en seco

El método tradicional de la limpieza de este tipo de especies (animales montados?) se realiza a través de compresores de aire (aerógrafos y similares), detergentes suaves, disolventes orgánicos y polvos secos (Oliveira, 2010).



Roy Thomson recomienda eliminar el polvo superficial suelto a través de cepillado suave y soplado seguido de una limpieza adicional, empleando las mismas técnicas que se usan en limpieza de cueros y pieles (Thomson, 2006, 134). Puntualiza, sin embargo, que ciertos ungulados como las ovejas del género *Orvis* y algunos ciervos del género *Cervus* tienen el pelo muy frágil cuando estos materiales han envejecido y nunca deben ser cepillados (Thomson, 2006, 134).

Fenn, en una comunicación personal de 1993, proponía la harina de maíz caliente o pan rallado hecho de pan italiano que contienen aceite de oliva para limpiar las pieles (Hendry, 1999). En 1988 Velson Horie se oponía al uso de goma de borrar en polvo (Horie, 1988) (Hendry, 1999).

Otros métodos algo inusuales son, por ejemplo, el que sugería El Instituto Canadiense de Conservación (IIC) (anon, 1983) en base a la aplicación de una mezcla de goma laca y metil hidrato antes de secar y peinar (Hendry, 1999).

Para la limpieza de cueros curtidos vegetales, minerales o al alumbre el Instituto canadiense de Conservación (CCI) recomienda (CCI, 1992):

Cepillar el polvo y otras sustancias no adheridas de la superficie con un cepillo suave, dirigiéndolo hacia una boquilla de un aspirador cubierto con una gasa (en cueros con pudrición roja debe realizarse suavemente para evitar la pérdida de fibras) (CCI, 1992).

El cepillado con pinceles suaves de pelo natural, debe realizarse en sentido del crecimiento del pelo y las plumas (Oliveira, 2010) y aspirador.

También se pueden utilizar para quitar la suciedad ligeramente incrustada otros métodos de limpieza en seco, como borradores de vinilo blanco (Magic Rub®) o gomas de borrar en polvo (Skum-X® o Dandy Rub®). Estos últimos son especialmente recomendables para limpieza de cueros "curtidos" al alumbre, pero deben aplicarse con una presión ligera para evitar estirar las pieles finas. Posteriormente, se debe eliminar suavemente con una brocha/pincel y aspirador las partículas de goma residuales (CCI, 1992).

Las gomas pegajosas como el Groom Stick® También pueden utilizarse, presionándolo suavemente sobre la superficie de la piel y tirando de él posteriormente (CCI, 1992).

Estos métodos en seco pueden ser adaptables a la limpieza de animales con muy poco pelo o a zonas sin pelo (teniendo cuidado si estas zonas están policromadas porque pueden encontrarse deterioradas).

#### 16.3.3.3.2 Limpieza con procedimientos en húmedo (acuosos)

Trodd en 1992 indicaba que los mamíferos muy sucios y los trofeos de caza podían limpiarse con **champú suave a base de copos de jabón puro. Después la pieza tenía que** enjuagarse con agua pura y secarse inmediatamente con un aspirador tipo Aquavac<sup>703</sup>. (Hendry, 1999).

También algunas técnicas de limpieza de alfombras que combinan **pulverización fina de agua con aspirador de agua** se pueden utilizar en especímenes sucios que no están en buen estado (Hendry,

---

<sup>703</sup> Marca comercial de aspiradoras tipo industrial con varios modelos.

1999). Igualmente, los **sprays de espuma** utilizados en tapicería han sido empleados con éxito, pero dejan sobre la superficie un polvo que debe ser eliminado mediante un aspirado suave (Hendry, 1999).

Roy Thomson señala que la mayoría de mamíferos montados (particularmente trofeos de caza) se puede lavar todo el animal, **rociándolo con agua caliente** con detergente adecuado y trabajar el cabello suavemente con una esponja para eliminar la suciedad siendo luego toda la pieza montada enjuagada a fondo con agua corriente. Este método lo recomienda especialmente Thomson para limpiar especies con pelaje frágil, ya que vuelve el pelo más flexible al humedecerlo. Tras el enjuagado se debe secar con toallas y con aire caliente con bastante rapidez para evitar que la piel y cualquier material de modelado como la arcilla absorba el agua (Thomson, 2006, 134).

Thomson recomienda un tratamiento que a priori podría resultar contraproducente ya que, por un lado, moja todo el espécimen y, por otro, combina agua con temperatura pudiendo provocar problemas de contracción. Sin embargo, este sistema parece que le funciona. He aquí la importancia de la experiencia y el empleo de una metodología adecuada.

En la limpieza de unas camisas de indios de las llanuras llevada a cabo por el personal del departamento de conservación del *National Museum of the American Indian (NMAI)* para la exposición "*Beauty, Honour, Tradition: The Legacy of Plains Indian Shirts*" celebrada en el *Gilder Gagnon Howe & Co. (GGHC)*, en New York entre los años 2000 y 2001, algunos restauradores limpiaban la suciedad del bordado de púas de puercoespín con hisopos de algodón humedecidos en saliva. Aunque esta acción fue criticada por George Horse, comisario de la exposición, por faltar al respeto a la pieza (Richardson, 2002, 22), pero es interesante este caso ya que es conocido que la saliva natural posee propiedades limpiadoras debido a la presencia de enzimas en composición.

#### 16.3.3.3.3 Limpieza con disolventes

La industria peletera limpia los objetos de manera muy diferente a que emplean los conservadores. Los métodos utilizados por los peleteros incluyen limpieza por volteo en tambores con serrín impregnado en White spirit u otros hidrocarburos. Estos tratamientos son desaconsejados en objetos de museo (ej. en libros).

Para desgrasar las pieles de estudio que sufren oxidación de las grasas se han usado inmersiones en disolventes orgánicos como tricloroetileno (Hendry, 1999) o percloroetileno (Robbins, 1989, citado por Hendry, 1999). Koch, (1991) refería como un tratamiento exitoso el uso de productos químicos empleados en el remojo de pieles durante su preparación, todos ellos disolventes muy tóxicos. (Hendry, 1999).

Barbara Heiberger señala que hace 20 años, cuando ella estudiaba, el método de limpieza de pieles recogido del ámbito comercial, consistía en aplicar serrín mezclado con white spirit y, cuando el disolvente se evaporaba, el serrín se retiraba con brochas o se aspiraba. Los problemas asociados a este método es que eliminan los aceites naturales que aún puedan estar presentes y que ofrecen protección a la piel y los pelos, además de que resulta imposible eliminar completamente el serrín (Museo de Arte de Denver 1950; Klaschka 1971, citado por Heiberger, 2002).

Otros métodos consistían en la aplicación de pan rallado y bicarbonato de sodio pero, al igual que el caso anterior, resulta imposible de eliminar. Además con el bicarbonato sódico se corre el riesgo de incrementar el pH de la piel (Heiberger, 2002). Por otra parte, el pan rallado resulta muy atractivo para plagas como el paniceum.

La limpieza comercial en seco se ha utilizado y se recomienda en la literatura para la piel y el cuero, a pesar de que se sabía que el percloroetileno (y presumiblemente otros disolventes) reducían el contenido graso esencial de la piel (Klaschka 1971). Hay una patente de 1964 que hace referencia a la mezcla de agua, aceite de ricino sulfonado, glicerina e hidróxido de sodio, que también podría contener alcohol láurico sulfonado y trióxido de arsénico añadido. Se mezclaba con agua o con percloroetileno, trementina o white spirit, y era rociado o cepillado en las pieles y luego cepillado fuera (James 1964, citado por Heiberger, 2002).

Para eliminar triglicéridos en animales liofilizados se puede inyectar en el espécimen una solución que contiene un protector de polilla y es recogida la grasa que va exudando con toallitas de papel. También se puede usar Eulan W (conocido como Edolan®). Éste es demasiado graso y peligroso para inyectarlo puro. Por ello se debe diluir al 10% en alcohol isopropílico. Al evaporarse el alcohol, el Eulan W permanece como un pesticida en el interior de la piel. Se aplican 50 ml de isopropanol dos veces a la semana en la parte ventral delantera y trasera del cuerpo, eliminando de esta manera un 10 % de grasa. Esta operación se repite hasta que ya no aparecen manchas en las toallitas. Se emplean conjuntamente isopropanol y Eulan con una doble intención: evitar el ataque de insectos y eliminar las grasas. La piel se limpia tras el proceso y es secada con propanol para eliminar cualquier resto de grasa (Anónimo, 2004b).

#### 16.3.3.3.4 Limpieza con láser

En los estudios realizados por Samantha Sportun se efectuaron pruebas de limpieza con láser Nd YAG<sup>704</sup> en pergamino y se compraron los resultados con los métodos de limpieza tradicionales. En el estudio se concluyó que la limpieza con láser constituye una alternativa eficaz a los métodos de limpieza tradicionales<sup>705</sup>, especialmente en piezas con superficies frágiles que no soportaran contacto. Resultaría adecuado siempre que se utilice la longitud de onda y la fluencia adecuada ya que, en caso contrario, podrían producirse deterioros<sup>706</sup> como pequeños orificios, rotura de fibras y encogimientos (Sportun, 2002, 25). Las diferencias entre el pergamino y los especímenes montados difieren en varios aspectos, entre ellos, primeramente en el color, ya que generalmente los pergaminos son claros y los animales naturalizados suelen tener una piel más oscura; pero lo indicado constituye una aproximación del uso del láser en pieles.

<sup>704</sup> Uso de la Q-switched Nd: YAG láser (infrarrojo cercano 1064 nm, la duración del pulso 10 ns)

<sup>705</sup> Todos los métodos tradicionales habían alterado la superficie del pergamino. La saliva producía una superficie rugosa y manchada, la goma de borrar en polvo comprimía el pergamino y realizaba una acción abrasiva. Los métodos con disolventes (con IMS, IMS + agua y saliva) también producían una superficie gelatinizada.

<sup>706</sup> La limpieza con una longitud de onda de 1064 dio buenos resultados. Además con bajas fluencias no se producen cambios en la fibra de colágeno ni afecta por lo tanto a la temperatura de contracción de la piel. A mayor longitud de onda se produjo una alteración visual rompiendo las fibras en la superficie.

#### 16.3.3.3.5 Ejemplos de limpiezas progresivas

Como resultado del incendio acaecido en la colección Lundy en 1985, los especímenes que se salvaron del incendio estaban cubiertos de hollín y grasa que alteraban el contenido natural de grasa de los especímenes curtidos con procedimientos industriales. La primera fase de la limpieza se realizó en seco para evitar el hinchamiento por hidratación, la esterificación de la proteína y la pérdida de lípidos ((Nieuwenhuizen, s.f.). Al ser los depósitos de hollín muy grasos, se evitó la limpieza con aspirador y brocha, por ser inefectiva y ensuciar más el animal (Nieuwenhuizen, s.f.).

Para acometer la limpieza en seco se empleó Picreator Groom/stick® y toallitas Webril® a fin de retirar el hollín y la grasa superficial. Posteriormente, se aplicaron tratamientos "húmedos" ya que la limpieza en seco no limpiaba completamente las piezas. Se evitó el empleo de hidrocarburos alifáticos de cadena larga como la bencina de petróleo, el disolvente Stoddard y éter de petróleo por tener la capacidad de reaccionar con los aceites del cabello y los materiales proteicos. La limpieza con agua y agua con disolventes también se desechó pensando que, aunque podrían resultar efectivas estas sustancias, podrían romper la piel y ocasionar la pérdida de grandes mechones de pelo. Se concluyó pues, tras las pruebas, que la mejor opción era emplear isopropanol:agua (70:30) aplicado con hisopos de algodón para aquellos montajes con depósitos de hollín y grasa ligeros e intermedios (Nieuwenhuizen, s.f.). La limpieza en seco, por ejemplo, en un oso polar naturalizado con toallitas Webril® y esponjas químicas limpiaba la parte externa, las puntas de los pelos, dejando hollín en la superficie del espécimen. Por ello se prefirió el uso de la limpieza con isopropanol: agua, (70:30) con Triton XL-80N® aplicado con toallitas Webril con movimientos circulares para hacer espuma y retirado con el mismo material<sup>707</sup>. Los residuos de detergente se limpiaron con la mezcla isopropanol:agua (70:30), empleando toallitas Webril® (Nieuwenhuizen, s.f.).

Un búfalo común con el pelo muy corto se limpió con toallitas Webril y Groom/stick, además de utilizar goma de borrar (borrador *Art Gum*) aplicada en la dirección del cabello y en diagonal para limpiar los lados del pelo. El uso de gomas de borrar solo puede hacerse en montajes con el pelo en buen estado y con el pelo semicorto o corto. Posteriormente se aspiraron los residuos del borrador y se limpió la pieza en húmedo con isopropanol: agua, 70:30, para reducir residuos y apurar la limpieza (Nieuwenhuizen, s.f.).

Con el tiempo, la grasa sobre los montajes se hizo más tenaz y solo la eliminación de ésta posibilitaría la remoción a su vez del hollín. Por ello se emplearon hidrocarburos alifáticos de cadena larga en la limpieza de los especímenes, aunque éstos retiraran cierta cantidad de aceites de los especímenes (Nieuwenhuizen, s.f.).

Un antílope acuático *Kobus ellipsiprymnus* se limpió utilizando disolvente Stoddard aplicado con esponjas de alcohol polivinílico en varias pasadas. Después, se utilizaron las toallitas Webril en seco y se terminó la limpieza finalmente con la mezcla isopropanol:agua (70:30), tras haber evaporado el disolvente stoddard y la bencina aplicados para limpiezas más profundas(Nieuwenhuizen, s.f.).

---

<sup>707</sup> Esta limpieza, debe hacerse de manera controlada con el fin de controlar la propagación de humedad por el cabello y afectar a la piel y / o de introducir el hollín abajo el nacimiento del cabello con el disolvente.

Para limpiar mamíferos de pelo corto manchado con hollín que ha penetrado en la superficie primero se aspiraron (con filtro HEPA), eliminando casi todo el hollín visible. Para eliminar las capas de hollín más densas se utilizó una técnica de limpieza en seco consistente en espolvorear la superficie de la piel con perlas de vidrio de calibre 13 que son masajeadas para atrapar el hollín y luego aspiradas, siguiendo una técnica sugerida por Hawks en 1990, citado por Spafford-Ricci y Graham, 2000).

En la limpieza de mamíferos de pelo largo manchados con hollín solo se pudo eliminar el 10 % del mismo mediante el empleo de aspirador. Dada la longitud del cabello, no era posible el uso de productos de limpieza en seco ni con perlas de vidrio, por lo que hubo que emplear agentes de limpieza en húmedo, como disolventes con y sin tensoactivos, preparaciones comerciales de limpieza comercial (mount-cleaning preparations) siendo el etanol y el tricloroetileno los disolventes más eficaces, aplicados con un paño Webril® en la dirección de crecimiento del pelo (Spafford-Ricci y Graham, 2000).

Ashley Lingle y Victoria Singleton en 2011 limpiaron el pelaje de un oso polar primero con un cepillado y aspiración y posteriormente emplearon una esponja de humo, para terminar finalmente con una solución de alcohol y agua aplicada con hisopo. La pintura envejecida de las patas, correspondiente previsiblemente a un repinte fue eliminada con hisopo y acetona, y la cola (parece ser fruto de una reparación anterior) se eliminó con agua caliente desionizada aplicada igualmente con hisopo (Lingle y Singleton, 2011).

Los dioramas del Museo L. C. Bates de Hinckley en Maine (EEUU) se limpiaron primeramente con brochas de pelo natural y con un aspirador Nilfisk<sup>708</sup> para retirar el polvo. Se empleó un filtro HEPA y se cubrió la boquilla con una media de nylon para atrapar los elementos sueltos de los montajes. Este procedimiento fue utilizado para limpiar elementos como ramas, hojas, piedras etc. Los especímenes se retiraron de los dioramas y se cepillaron con brocha en seco y aspirador. Posteriormente, se utilizaron palos de bambú, pinzas y microespátulas para separar, realinear y acicalar los especímenes después de la limpieza en seco.

Los pelajes de los mamíferos se realinearon con la punta de un palo de bambú y pinceles de artista (Harvey y Roth-Wells, 2008).

En la limpieza de una cabeza de una gacela común, *Dorcas Gazelle* del Museo Nacional de Irlanda del Norte primeramente se aspiró la pieza con brocha en la dirección del crecimiento del pelo, interponiendo una gasa en la boquilla del aspirador. Los cuernos se aspiraron también con una brocha más corta. La superficie de la piel se limpió con una solución al 5% de Dehypon LS45® (tensoactivo no iónico con baja formación de espuma, empleado como alternativa al Synperonic -N) y se secó rápidamente para evitar la absorción en la piel. También los cuernos y los ojos se limpiaron pero la autora del artículo no dice con qué (Kerr, 2012). Durante la limpieza de la cabeza de un facóquero común, *Phacochoerus africanus*, ésta fue aspirada aspiró primeramente con una brocha suave y los colmillos se limpiaron con agua desionizada (Kerr, 2012).

Para la limpieza de un orangután del Museo de Ciencias de Búfalo (EEUU), Fran Ritchie utilizó en 2013 un protocolo de actuación progresivo. Primero aspiró la pieza con una brocha de cerdas suaves,

---

<sup>708</sup> Marca comercial de aspiradores.

interponiendo una malla de nylon en la boquilla, y empleó una brocha más pequeña para los ojos y oídos. Como el espécimen parecía tener un recubrimiento pegajoso en el cabello parecido a la laca de pelo, se hacía difícil el cepillado o esponjado. La acumulación de cera blanca en el rostro y el cuello se eliminó a través de hisopos humedecidos en bencina de petróleo. (Ritchie, 2013).

Para la limpieza de los dioramas del Museo Americano de Historia Natural (*The American Museum of Natural History, AMNH*) en Nueva York (EEUU) se emplearon esponjas cosméticas secas y brochas suaves para limpiar las partes situadas en primer plano (paisaje y de botánica), que se encontraban muy fragilizados, mientras que se utilizó aire comprimido y plumeros electroestáticos en la limpieza de los especímenes que especialmente frágiles. La suciedad tenaz fue eliminada con esponjas e hisopos de algodón ligeramente humedecidos en saliva, agua desionizada y mezclas de agua desionizada con etanol (Sybalsky et al., 2012).

En la limpieza de la piel de un rinoceronte de Sumatra, *Dicerorhinus sumatrensis*, del Museo Wiesbaden (Alemania), se empleó etanol al 70 % para evitar el hinchamiento de la piel (Geller-Grimm y E. Zenker, 1999).

#### **16.3.3.4 Material óseo u osteológico (Hueso, asta y marfil)**

Para limpiar material óseo (colmillos, dientes y cuernos) se puede recurrir a algunos procedimientos utilizados en la limpieza de esqueletos montados, exceptuando aquellos procedimientos que impliquen inmersión en agua o que puedan atacar a la proteína como el ataque con dermatidos (empleado como método de limpieza de "partes blandas" como la carne), en la preparación de material osteológico.

Para hacer una limpieza superficial de polvo se puede usar brochas y pinceles dirigiendo éste hacia la boca de un aspirador (estando ésta cubierta por una gasa) (CCI, 2010).

También pueden utilizarse paños sin pelusas para eliminar pequeñas acumulaciones de polvo. (MNHS, s.f.).

Se pueden utilizar muchos de los procedimientos en seco ya mencionados, aunque con todos se debe ser muy cuidadoso porque se pueden causar laminaciones, hundimientos, etc.

Por ejemplo, si la suciedad es más densa y afecta a hueso compacto y superficies de marfil estables, se pueden utilizar pequeños fragmentos de borrador de vinilo y esponjas de caucho vulcanizado (MNHS, s.f.).

El Departamento de Parques Estatales y Recursos Culturales de Wyoming (*Wyoming Department of State Parks and Cultural Resources*) recomienda utilizar durante la limpieza guantes limpios de algodón de color blanco, ya que las sustancias que provienen de las manos pueden decolorar fácilmente estos materiales. Para limpiar las piezas, puede utilizarse una brocha (cepillo) suave y seca y si es necesario, un paño ligeramente humedecido (no mojado) con agua, tras lo cual debe secarse inmediatamente la zona con un paño suave y seco (Wyoming Department of State Parks and Cultural Resources, 2011).



Los materiales óseos, al ser porosos, son susceptibles de mancharse si están en contacto con metales corroídos como cobre o hierro o materiales colorantes (Oliveira, 2010). Además la suciedad puede estar arraigada debido a grasa existentes en el hueso.

La limpieza con detergentes y el uso de lápices de fibra de vidrio han sido usados para la limpieza de marfil (Koss et al., 2008).

Las soluciones básicas y ácidas y los disolventes orgánicos, así como las técnicas abrasivas no se recomiendan en la limpieza de marfil, debido a la posibilidad de rayar o desmenuzar la pieza (Koss et al., 2008).

En caso de usar tensoactivos para limpiar hueso y marfil liso y no poroso, se recomienda utilizar un jabón suave como Ivory Snow® o WA Paste®. Después, debe enjuagarse y secarse muy bien la pieza (Oliveira, 2010).

Existen numerosos tratamientos de limpieza aplicados a material óseo arqueológico de sitios húmedos o para “descarnar” los huesos durante las preparaciones de material osteológico. (CCI, 2007). Estos en algunos casos pueden ser extrapolables para el material óseo de las naturalizaciones.

Entre estos se encuentra el uso de enzimas como la enzima tripsina (Von Endt et al.). Aunque este método podría ser válido siempre debe hacerse con un estudio previo detallado debido a los riesgos que conlleva el uso de enzimas sobre material orgánico.

Nunca debe emplearse lejía para limpiar hueso, ya que al principio los blanquea, pero la reacción química si no se neutraliza correctamente puede descomponer el colágeno, llegando a convertir los huesos en polvo (NPS, 2006).

Otras técnicas más sofisticadas incluyen el uso del láser. El láser Q-switched Nd YAG ha sido utilizado con buenos resultados para la limpieza de marfil (Koss, et al. 2008) y hueso, en especial de aquellas piezas muy fragilizadas que son sensibles a los tratamientos tradicionales de limpieza. Pero, como ya se ha indicado para otros casos, la intensidad y la fluencia pueden dañar las piezas. Una intensidad alta puede dañar el colágeno en capas superficiales (Koss et al., 2008). La ventaja de este procedimiento es su rapidez frente a otros sistemas, la ausencia de toxicidad y mayor seguridad para el objeto ya que, por ejemplo, los tratamientos acuosos pueden dañar el marfil dada la higroscopicidad y anisotropía de este material (Los rangos usados fueron 1064, 532 y 355 nm) (Koss et al., 2008). Como contrapartida puede destacarse su alto coste.



**Figura 333. Ejemplo de limpieza con láser del esqueleto de una ballena**

Para limpiar grandes esqueletos se ha usado criogénesis controlada, pulverizando hielo seco (Anon., 1996, citado por Hendry, 1999). Aunque esta técnica aún no está muy desarrollada puede ser una opción para su uso en colecciones de historia natural (Hendry, 1999).

#### **16.3.3.5 Limpieza de otros materiales**

##### **16.3.3.5.1 Policromía.**

En este caso se pueden adaptar los procedimientos de limpieza que se usan en colección de obra de caballete o escultura policromada, que está muy investigada, especialmente en limpieza de pintura contemporánea con soportes y policromía muy diversos.

Sin embargo, existen ciertas diferencias con respecto la pintura de caballete. Por un lado el soporte en este caso es proteico, mientras que en la pintura de caballete que es celulósico en muchos casos.

Por otro lado, ya se ha indicado que la policromía de patas y picos no suele llevar recubrimientos o, si los lleva, suelen ser mates realizados con ceras, a no ser que se intente reproducir una zona mojada del animal, como el hocico, o manchas sangre o un animal acuático que tenga las patas mojadas por ejemplo.

Antes de la limpieza debe determinarse el estado de la policromía. Si presenta craquelados, levantamientos, pulverulencia, que pongan en riesgo su estabilidad, previamente se ha de consolidar la zona. En ocasiones, la limpieza se lleva a cabo durante la consolidación misma, por ejemplo cuando se realiza un empapelado con papel japonés y cola, con aplicación de calor y presión (p. ejemplo con espátula caliente) para fijar y consolidar, al retirar el papel protector gran cantidad de suciedad se elimina en el proceso, al quedar embebida en el papel. Debe ponerse especial cuidado en el uso de cola proteica, ya que los procedimientos para eliminarla pueden afectar al material proteico original, por el aporte de exceso de calor y humedad continuada, que puede dar lugar a la desnaturalización la proteína del colágeno de la piel del espécimen.

Debe valorarse también la naturaleza de la policromía que, como se ha indicado, suele tratarse de óleo o acrílico, con algunas mezclas de resina o cera. En ocasiones se encuentra barnizada. Por otra

parte, debe tenerse también en cuenta el soporte. La limpieza será más perniciosa en la zona de la epidermis que en las faneras.

El acrílico se ve afectado por disolventes como la acetona, alcohol, nitrocelulósico, se hincha con la humedad, es termoplástico así con el calor que se ven modificadas sus características físicas, reblandeciéndose.

Las ceras, en general, también se ven afectadas por el calor. Las resinas también y con su envejecimiento polimerizan volviéndose más resistentes al ataque de disolventes aunque en líneas generales puede decirse que se ven afectadas por alcoholes, en especial el etanol. La pintura al óleo sufre también un proceso de reticulación y con el tiempo se va volviendo más estables. Dependiendo de la naturaleza del pigmento empleado, también pueden ser más o menos estables a la acción de los disolventes. Las policromías que contienen albayalde suelen ser muy estables y duras; sin embargo las lacas lo son mucho menos. Normalmente estas se aglutinan con barniz mezclado con aceite.

Como conclusión, las nuevas policromías son más susceptibles a sufrir daños durante las operaciones de limpieza con disolventes que las más envejecidas y, por el contrario, aquellas envejecidas pueden verse más afectadas por daños mecánicos, al ser más rígidas y presentar pulverulencia y craquelados.

El conocimiento de la técnica y metodología del taxidermista constituye una información muy valiosa para poder determinar qué limpieza puede acometerse. En algunos casos debe recurrirse al uso de estudios analíticos previos.

Respecto a la eliminación de barnices (originales o no) que presentan amarilleamiento u otro tipo de deterioro, en el siglo XIX surgió una polémica entre la escuela mediterránea que abogaban por el aligeramiento (descargar) de la capa de barniz y la escuela anglosajona que se inclinaban por el desbarnizado total, corriendo el riesgo de eliminar veladuras o dañar la policromía. Por estas razones actualmente se recomienda la primera tendencia. Esto debería ser estudiado en relación con las policromías de especímenes naturalizados.

#### 16.3.3.5.2 Ojos de vidrio

La limpieza de vidrio en principio se puede acometer con cualquier disolvente aunque disolventes algo grasos como el white spirit producirán acabados sucios y mates. El agua puede ser contraproducente en caso de una superficie que ha sufrido lixiviación ya que, como se ha indicado, puede catalizar las reacciones de deterioro del material agravando los problemas. En caso de emplear agua debe secarse muy bien la zona limpiada.

Por esta razón es preferible realizar la limpieza con un hisopo humedecido ligeramente en etanol (Richardson, 2002).

Algunos ejemplos de limpieza de ojos de vidrio en especímenes naturalizados se presentan a continuación:

Los ojos de vidrio de los especímenes naturalizados de los dioramas del Museo L. C. Bates de Hinckley en Maine (EEUU), fueron limpiados con micro hisopos de algodón humedecido en agua destilada o etanol, teniendo cuidado de no dañar las áreas pintadas de alrededor de los ojos ni ningún otro elemento de piel expuesta (Harvey y Roth-Wells, 2008).

Los ojos de una cabeza de facocero, *Phacochoerus africanus* del Museo Nacional de Irlanda del Norte fueron limpiados con agua desionizada (Kerr, 2012).

Así mismo en la limpieza de un Pito Real, un tucán y una perdiz de la Facultad de Bellas Artes de la UCM se utilizó etanol para limpiar los ojos de vidrio.



**Figura 334. Limpieza de ojos de vidrio. Ojo izquierdo del Pito Real ya limpiado , y ojo derecho sin limpiar.**

No obstante se debe uno asegurar de que realmente los ojos son de vidrio ya que podrían dañarse con el uso de disolventes. En caso de que sean de plástico deben seguirse las recomendaciones del apartado de limpieza de rellenos para material plástico.

#### 16.3.3.5.3 Madera

La madera suele estar presente en las peanas de mamíferos pequeños y perchas de aves, además de en las réplicas de algunos elementos, como colmillos de elefantes o elementos del interior de la boca como lenguas, etc. Suelen estar pintadas, algunas como en el caso de peanas tintadas con nogalina y en algunos casos recubiertas con cera o barnices. Por ello, en estos casos se debe actuar como si se tratara de pintura sobre tabla o talla en madera.

Las bases de madera en el incendio del museo Shaskatchewan fueron limpiadas con brocha de pelo suave de cabra “hake brush”, esponja de humo, y Groom/stick®. (Spafford-Ricci y Graham; 2000).

En caso de peanas recubiertas con algún tinte y no barnizadas la limpieza es complicada. El agua y el etanol o distintos disolventes pueden llevarse el tinte o introducir la suciedad en la madera tintada. En otras ocasiones dejar cercos, o manchas de grasa si los disolventes usados son orgánicos. Por estas razones se recomienda hacer una cata antes y en caso de que se pueda ir el color probar con limpieza en seco. Aunque este tipo de limpieza no de resultados plenamente satisfactorios es preferible hacer una limpieza superficial que acabar llevándonos el tinte.

La limpieza con agar-agar y alginato también ha sido probada por la autora de la tesis doctoral en la limpieza de ramas de madera donde se apoyaban algunas aves. El resultado que arrojó este ensayo, indicó que esta limpieza apenas afecta a la superficie ni arrastra fragmentos. En el caso de agar-agar, éste dejaba residuos que después eran difíciles de eliminar, ablandando excesivamente la madera. El alginato, por su parte, limpiaba mejor, no afectaba a la madera y no dejaba apenas residuos. La parte negativa de la limpieza con alginato es que parecía que extraía alguna sustancia coloreada de la madera, posiblemente lignina. Este efecto también se producía con el agar, pero de manera menos acusada. Como se ha indicado en los estudios dedicados a la limpieza en papel existe la posibilidad de que los geles semi-rígidos puedan extraer algunos compuestos de los materiales celulósicos.



**Figura 335. Limpieza con alginato de un tronco sobre el que está situado el Pito Real ya mencionado.**

#### 16.3.3.5.4 Rellenos

La limpieza de rellenos a veces no es muy frecuente, a no ser que haya una “abertura” al interior y éste se haya visto expuesto. Pero en ocasiones, sobre todo para poder efectuar alguna operación de restauración como una consolidación o adhesión es necesario limpiar las zonas de unión si estas se encuentran manchadas.

Para la limpieza de plásticos se pueden emplear métodos mecánicos, químicos o ambos. Los métodos mecánicos pueden dañar la superficie, causando arañazos o pérdida de brillo (Santos, com. personal, 2015).

El uso de disolventes puede afectar gravemente a algunos plásticos como el poliestireno (Guyard, 2002), diluyendo algunos compuestos de los mismos. Los daños pueden no aparecer en el momento sino meses más tarde (Santos, com. personal, 2015). El poliuretano Daniel Guyard dice que es resistente a todos los disolventes (Guyard, 2002) Este punto es discutible. La acetona puede afectar al nitrato de celulosa (Santos com personal, 2015: presente en bocas postizas).

En caso de tener que usar disolventes se debe elegir muy bien el disolvente<sup>709</sup> y hacer pruebas antes en probetas y luego hacer catas discretas en el objeto a limpiar (Santos, com. personal, 2015).

Ya que los plásticos pueden verse afectados por la limpieza con disolventes se suele usar métodos acuosos, no recomendables para plásticos semisintéticos como el nitrato y el acetato de celulosa que se deterioran por hidrólisis (Santos, com. personal, 2015).

Se han empleado detergentes no inónicos en agua para la limpieza de objetos de espuma de poliuretano dando buenos resultados (Santos, com. personal, 2015).

No obstante en caso de uso de tensoactivos se debe controlar muy bien el pH ya que un pH inadecuado puede dañar a muchos plásticos.

En caso de rellenos de escayola ver el apartado Escayola.

#### 16.3.3.5.5 Metal

Con la limpieza de metal, (que en este caso se va a encontrar en los armazones, sobresaliendo por las patas u otros apéndices), u otros ocurre un caso parecido al de los rellenos. No se puede acceder al interior de la pieza sin desmontarla y no se recomienda a no ser que sea un caso de fuerza mayor por lo que se ha indicado en el capítulo dedicado a deterioros.

Pero en ocasiones se realizan otras operaciones en el metal visto como el que sale de las patas, como por ejemplo soldarlo a otro metal para colocar la pieza en su peana. En estas operaciones, en la mayoría de las ocasiones esta zona debe estar limpia para facilitar soldaduras o adhesiones.

Los métodos tradicionales mecánicos para eliminar la corrosión incluyen el uso de papel de lija o el chorro de arena pero estas técnicas son muy agresivas pudiendo arañar el metal y en caso del uso de cepillos metálicos producir un pulido excesivo (CCI, 2007).

Otros métodos para usar en áreas pequeñas o en metales ligeramente corroídos son el uso de lana de acero fino<sup>710</sup>, los borradores eléctricos de cerdas de vidrio o los borradores de roya (material parecido a la goma que incorpora abrasivos finos). También la abrasión por medio de granos de vidrio que presentan el inconveniente de dejar un acabado mate o satinado (CCI, 2007).

---

<sup>709</sup> Consultando los parámetros de solubilidad de Hildebrand ( $\delta$ ), donde si el valor es similar tanto en el plástico como el disolvente, este disolvente no será adecuado para usarlo en la limpieza (Santos, com. personal, 2015).

<sup>710</sup> Hay que tener cuidado porque los residuos de la lana metálica pueden causar manchas de óxido.



### 16.3. LIMPIEZA

#### 16.3.3. APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS A DIFERENTES MATERIALES

El IIC recomienda el uso de productos de acondicionamiento de superficie como los distribuidos por la casa 3M bajo la denominación Scotch- Brite® que son una tela de nylon que lleva partículas abrasivas. La estructura del material permite que se adapte a las formas y contornos del objeto y al poder circular el aire a través de la tela se evita el sobrecalentamiento del metal. Se comercializa con varios grados de dureza<sup>711</sup> y en distintas presentaciones también apto para Dremel (CCI, 2007).

La Dremel es un minitorno eléctrico, que presenta numerosos accesorios de pulido para objetos pequeños y delicados que en ocasiones se han empleado para eliminar la corrosión de metales.

Se pueden emplear otros procedimientos como la limpieza con los ácidos ácido oxálico o fosfórico diluidos en agua. Actualmente existen una gran cantidad de productos comerciales que incluyen estos ácidos en su formulación y eliminan el óxido. Después han de aclararse las zonas de aplicación con agua o una mezcla de agua y etanol que favorezca la evaporación.

El láser así mismo ha sido empleado en la limpieza de metal arqueológico dando buenos resultados.

Si la corrosión está activa terminará consumiendo la armadura y provocando la caída del ejemplar. Existen tratamientos para frenar la corrosión activa de una escultura (estabilización) que se podría aplicar a los casos de taxidermia, es decir, a piezas que no pueden desmontarse para limpiar la corrosión. Se trata, en este caso, de la reducción voltaica, construyendo por ejemplo un cajón en la armadura donde colocar la pila voltaica en conexión a alguna sustancia susceptible de oxidarse.

##### 16.3.3.5.6 Escayola (moldes y rellenos)

En el Museo de Ciencias conserva, como ya se ha comentado, algunos moldes en escayola de las naturalizaciones realizadas por los hermanos Benedito.



**Figura 336. Molde de un félido realizado por los Hermanos Benedito**

Actualmente, los criterios de intervención están encaminados al uso de geles rígidos de agar-agar para eliminar la suciedad que debe ser eliminada por medios acuosos, ya que este procedimiento mantiene la humedad en la superficie sin penetrar apenas (ya se ha señalado que la escayola es muy

<sup>711</sup> El grado super fino utiliza un silicio extremadamente fino carburo de abrasivos. Los grados restantes utilizan diversos tamaños de partículas abrasivas de óxido de aluminio.

sensible a la humedad). Investigaciones a este respecto se están llevando a cabo por parte de Sonia Tortajada, restauradora del Museo del Prado de Madrid y que actualmente realiza su tesis doctoral sobre este tema.



**Figura 337. Ejemplo de limpieza con Agar de una escayola**

#### **16.3.3.6 Eliminación de restauraciones**

A veces, deben eliminarse restauraciones antiguas como repintes o adhesivos. La literatura de limpieza de repintes en pintura y escultura policromada puede ayudar.

El uso de la resina epoxi ha estado muy extendido tanto como adhesivo o como masilla de relleno, y su eliminación es muy complicada. La manera más habitual de retirarla implica la utilización de medios mecánicos, mediante la ayuda de bisturíes. Stefanie Scheerer, Meg Abraham y Odile Madden en 2002 realizaron una investigación para determinar si era posible eliminar las resinas epoxídicas mediante el empleo del láser.

En la investigación se extrajeron algunas conclusiones: Parece ser que el láser puede causar alteraciones visibles sobre la resina epoxi con y sin carga, tales como decoloración y marcas en la superficie. Las diferentes longitudes de onda provocan alteraciones diferentes en la resina. El color del material irradiado puede influir en la respuesta. La resina Y1Q3® / HY991® tendía a reaccionar más a la exposición al láser que la Hxtal NYL-1®. También los aditivos añadidos a las resinas influyen sobre el resultado. (Scheerer et al., 2002)

Otro método para eliminar masilla epoxi referido por Vicen Carrió, conservadora de "*National Museums Scotland*" es el empleo de jugo de piña combinado con limpieza mecánica. La piña posee un principio ácido que es capaz de interaccionar con la resina epoxídica (Carrió, com. personal, 2015). Tras y durante la limpieza se debe neutralizar para evitar que el ácido afecte a los materiales integrantes de los especímenes naturalizados y ceñirse en todo momento a la resina.

La eliminación de repintes es un asunto complicado en las naturalizaciones, ya que a menudo no se limitan a una zona concreta sino que cubren la totalidad de patas, picos en aves o, en caso de mamíferos con poco pelo, el espécimen completo. Los repintes que pueden encontrarse serán frecuentemente al óleo o mezclas de cera-óleo y resinas.

En ocasiones, los repintes son muy duros, especialmente los realizados a base de blanco de plomo; sin embargo otros, como las lacas, son muy sensibles a la acción de disolventes como el etanol.

Además las películas de policromía original se aplicaban muy finas y sutiles para evitar eliminar la textura original del animal. Sin embargo los repintes que tratan de tapar deterioros suelen ser más gruesos que éstas, siendo más frágiles las primeras.

Si la policromía original está barnizada, el riesgo es menor, debido a que existe una película intermedia de diferente naturaleza que aísla una capa de otra, pero deben evitarse productos o mezclas muy polares a base de etanol, ya que generalmente las películas de óleo originales no están muy envejecidas y pueden llegar a disolverse.

Otros métodos de limpieza que se pueden aplicar, como se ha indicado, son las enzimas lipasa o también pueden prepararse geles con un pH que ataque a la capa de repinte. Todas estas pruebas deberían realizarse en modelos para pasar después a una zona muy discreta del espécimen.

Los repintes a base de acrílico en principio son sensibles al calor, a la acetona y al etanol, pero ya que estas sustancias portan gran cantidad de aditivos y comprenden una gama muy grande de productos, se debe proceder del modo anteriormente señalado.

Como conclusión, puede decirse que no deberían eliminarse todos los repintes, a no ser que estén dañando al material original de la pieza o realmente disturbe especialmente la textura de la pieza o el reconocimiento del animal.

#### 16.3.4 Eliminación o mitigación de pesticidas y otros tóxicos de las colecciones de historia natural

---

##### 16.3.4.1 Introducción

En la mayoría de las colecciones orgánicas que se han tratado con pesticidas o cualquier otra sustancia tóxica como componente inherente de su preparación se está planteando como hemos visto la necesidad de eliminar o mitigar en lo posible la presencia de dichas sustancias al multiplicarse los casos de enfermedades laborales relacionadas con sustancias como el Vapona®.

La contaminación por plaguicidas en museos, es un problema que afecta a colecciones de todo el mundo (Caldararo et al. 2001, Johnson 2001, citados por Tello et al., 2005).

Por ello se han ideado numerosos tratamientos encaminados a eliminar/mitigar dichas sustancias. Estos métodos comprenden aquellos tradicionales que se ha visto que reducen la presencia superficial de dichos compuestos como son el aspirado con filtro HEPA, así como aquellos químicos más sofisticados y complejos.

Se debe entender que no en todas las ocasiones se puede eliminar el tóxico en su totalidad y se debe conocer algunos conceptos empleados en estos casos:

¿Qué es la mitigación?

Es un término usado para describir la reducción del riesgo planteado por un pesticida, tanto para la salud humana, de otros seres vivos y al medioambiente (Madden, Johnson y Anderson, 2010).

También define los esfuerzos por disminuir los efectos de los pesticidas (Odegaard, 2009). Aquellos esfuerzos dedicados a disminuir la presencia de pesticidas se conocen como mitigación (Odegaard, 2001).

La mitigación podría referirse a un enfoque preventivo que incluye el uso de los protectores corporales (EPI) o los tratamientos para disminuir los efectos de los contaminantes. Las fichas técnicas de los productos a menudo muestran medidas que no son aplicables a las colecciones culturales. (Odegaard y Zimmit, 2007).

¿Qué es la remediación?

Los esfuerzos para eliminar o contrarrestar los pesticidas son conocidos como remediación (Odegaard, 2001).

Son los esfuerzos por eliminar o contrarrestar/combater los pesticidas (Odegaard, 2009).

Remediación se refiere normalmente a los recursos ambientales como la limpieza del lugar, la contención o los métodos de eliminación de contaminantes destinados a la salvaguarda de la salud humana y otras formas de vida (Odegaard y Zimmit, 2007).

De esta manera la mitigación se puede lograr de varias maneras: mediante la eliminación del pesticida de un objeto (remediación) o reduciendo el potencial de exposición por ejemplo al modificar la forma de manipulación de los objetos o mediante el uso de elementos de protección (Odegaard, 2001, citado por Madden et al., 2010).

Una estrategia de mitigación ideal sería la que redujera los contaminantes de la superficie y que evitara que los contaminantes no superficiales migren a la superficie (Reuben, 2006).

Los métodos más antiguos de descontaminación han estado encaminados en la eliminación de pesticidas orgánicos en polvo, sin embargo los más actuales se centran en los pesticidas inorgánicos a base de metales más persistentes y que presentan un riesgo mayor para la salud humana (Odegaard y Zimmit, 2007).

Para remediar la presencia de pesticidas en primer lugar se debe determinar la posible presencia de estos a través por ejemplo de documentación disponible e identificar los productos químicos a través de técnicas cualitativas y también cuantitativas (Odegaard, 2001). Para juzgar el grado de eliminación de pesticidas, debe ser medida la cantidad presente antes y después del tratamiento (Madden y otros, 2010), y determinar si la presencia que aún se detecta es suficientemente pequeña para no ser nociva.

Actualmente no existe una metodología estándar para medir la eficacia de los tratamientos de descontaminación y cada investigación presenta unos valores que no se han comparado entre todos los estudios. Además no existe un consenso en cuanto al grado de eliminación ideal o suficiente para que los productos tóxicos no resulten un riesgo (Madden et al., 2010).

Que en un objeto la presencia de un tóxico esté por debajo de 1ppm (que es la cantidad mínima detectable por muchos procedimientos) no significa que no sea arriesgado para la salud, y por el contrario, si es superior a este valor que sea peligroso. Los límites de detección más bajos son más costosos y requieren de preparaciones de las muestras más elaboradas. (Madden et al., 2010).

También se debe evaluar el riesgo potencial para la salud humana a través de estudios toxicológicos. A través de un equipo multidisciplinar se debe valorar los distintos métodos que se pueden aplicar teniendo en cuenta factores como la categoría de uso cultural, las normas de eliminación de residuos, los mecanismos de protección personal y colectiva, etc. (Odegaard, 2001).

Debido a que la toxicidad se centra en la forma de la toxina y en los niveles de exposición, la desintoxicación no requiere la eliminación completa de todos los residuos de contaminantes existentes (Odegaard, 2001).

Aunque no sea posible eliminar todos los residuos de plaguicidas, el objetivo es reducirlos a niveles no detectables (Reuben, 2006).

Además se debe tener en cuenta que la duración de un pesticida<sup>712</sup> en un objeto que está determinada por su resistencia a la descomposición a través de mecanismos de oxidación, hidrólisis o fotólisis (Cress and Regehr 1990, citados por Odegaard y Zimmit, 2007). Los pesticidas existentes en

---

<sup>712</sup> Las categorías se describen como rangos: no persistentes (menos de 30 días); moderadamente persistentes (30-100 días); y persistente (más de 100 días) (EXTONET Pesticidas Perfiles de la Información). (Odegaard y Zimmit, 2007)

ambientes como los museos donde las condiciones medioambientales están controladas, se degradan generalmente a un ritmo menor (Odegaard y Zimmit, 2007).

Es vital que cualquier intento de eliminar o mitigar los residuos de plaguicidas no provoque cambios fundamentales a la integridad de un objeto (Nason, 2001). Se debe tener cuidado de no eliminar compuestos compositivos, por ejemplo de la policromía en colores con presencia de arsénico como el bermellón, etc.

Algunas consideraciones planteadas por Odegaard (2009) concernientes a la eliminación de pesticidas en colecciones etnográficas que van a ser devueltas a las comunidades indígenas propietarias legítimas (leyes NAGPRA<sup>713</sup>) son aplicables a las colecciones de historia natural como que el grado de eliminación de residuos de plaguicidas necesario para no resultar nocivos para el ser humano puede depender del tipo de uso cultural que se espere (Odegaard, 2009).

Los enfoques generales adoptados para la remediación de objetos contaminados incluyen (Odegaard, 2001):

- **Sustitución del** objeto por un duplicado (facsimil), reproducción u objeto alternativo.
- **Contención mediante la aplicación de cubiertas o revestimientos** para aislar el material frente a la exposición humana.
- **Técnicas diversas de eliminación o reducción de la presencia de pesticidas** como lavado con agua, eliminación química, bioremediación, etc.



**Figura 338. Bolsa sellada que cumple una doble función: proteger al espécimen de las inclemencias externas y evitar la contaminación derivada del mismo.**

<sup>713</sup> Native American Graves Protection and Repatriation Act de EEUU de 1990.



Las diversas técnicas para reducir los niveles de tóxicos presentes en objetos culturales se pueden clasificar en cinco grupos diferentes (Odegaard y Zommit, 2007; Odegaard, 2009):

- Métodos mecánicos no acuosos
- Métodos mecánicos acuosos
- Métodos que implican el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Métodos de alteración química.
- Métodos de energía externas

Los materiales del sustrato del objeto, las cualidades químicas de un pesticida, la forma en que el pesticida se ha aplicado y los procesos particulares que interviene en cada técnica de mitigación van a afectar a la selección del método de eliminación (Odegaard y Zimmit, 2007)

Existe la posibilidad de que ciertos objetos no puedan ser descontaminados dada su estructura, tamaño y composición química (Tello et al., 2005).

Muchas de las técnicas presentadas a continuación no son aptas para el uso en especímenes naturalizados y algunas habrá que adaptarlas a necesidades concretas.

#### Métodos mecánicos no acuosos

##### **Aire comprimido**

La eficacia de la limpieza de aire comprimido para eliminar cristales de plaguicidas de PDB, naftaleno, DDT y metoxicloro fue estudiada por Glastrup en 2001, encontrándose que esta práctica no era del todo efectiva, ya que la mayoría de los plaguicidas permanecían en los objetos. Además no estaba claro aunque se usó una campana extractora de humos si los plaguicidas tras el uso del aire comprimido se mantenían en la atmósfera (Odegaard, 2001; Odegaard, 2009).

##### **Aspiración con filtro HEPA**

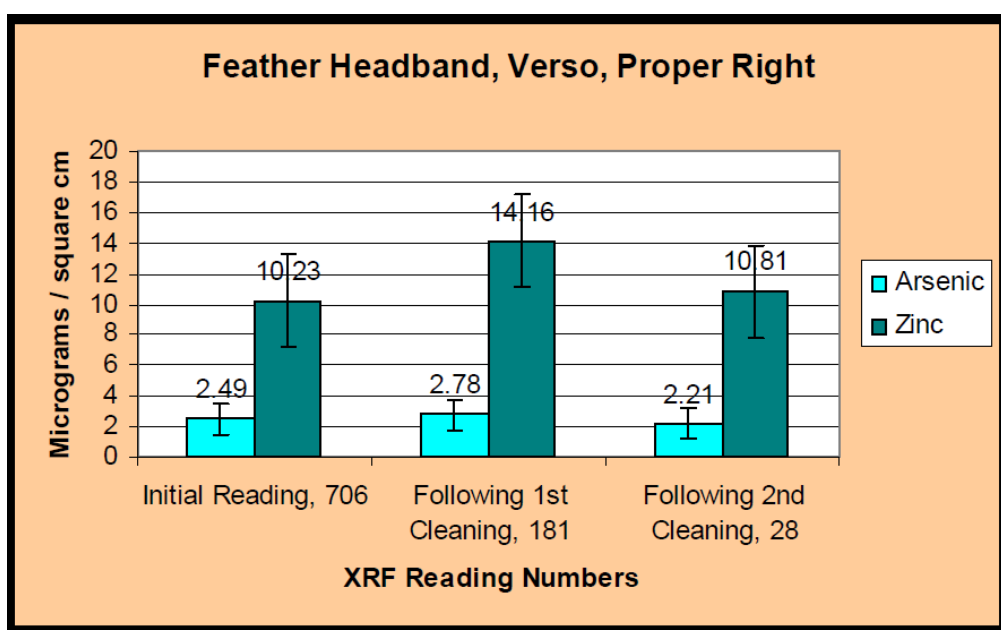
La limpieza con **aspiración con filtro HEPA** no solo puede eliminar el polvo de la superficie (Tello et al., 2005), sino que el uso de aspiradores con filtro HEPA y ULPA ha sido recomendado para la eliminación de contaminantes peligrosos como el amianto, plomo o vertidos de mercurio y se ha probado para la limpieza de espacios contaminados con DDT, donde tras la aspiración la presencia de estos contaminantes era negativa. (Odegaard, 2001). Sin embargo Odegaard y otros informaron de la ineficacia del aspirado para eliminar arsénico de los objetos patrimoniales compuestos por plumas (Odegaard et al., 2003). No obstante se ha empleado tela de carbono activado absorbente<sup>714</sup> junto

---

<sup>714</sup> Este tipo de tela también ha sido probado combinado con un disolvente de fluorocarbono (Kaiser 2007, citado por Odegaard, 2009) para eliminar pesticidas orgánicos de objetos patrimoniales (Odegaard y Zimmit, 2007). La tela de carbón activado también está siendo probado para su uso con un disolvente a base de fluorocarbono (Kit de Limpieza por difusión Entro-Kleen <sup>TM</sup>) para eliminar pesticidas orgánicos de objetos contaminados de museo, basado en el éxito anterior en la descontaminación de equipo militar (Kaiser 2007, citado por Odegaard, 2009). Odegaard ha estudiado la solubilidad de varios residuos de plaguicidas orgánicos por medio de probetas hechas de diferentes materiales (papel, algodón y lana)

con el aspirado para limpiar objetos de madera portadores de pesticidas dando buenos resultados (Piening 2001, citado por Odegaard y Zimmt, 2008). Aún así no existe ninguna investigación precisa (con mediciones) en la eficacia de la descontaminación por medio de aspiración con filtro HEPA en objetos culturales (Odegaard, 2001).

Como se ha visto la construcción de los aspiradores influyen en la cantidad de aire que retorna a la atmósfera tras la aspiración por ello se recomienda realizar la aspiración utilizando los protocolos de protección personal y colectiva recomendados en el capítulo de tóxicos.



**Figura 339.** Comparación de los niveles de arsénico y zinc en una diadema de plumas antes y después de la aspiración (Odegaard et al., 2003 citado por Odegaard, 2009).

### Limpieza con disolventes

Los disolventes orgánicos pueden resultar útiles en cierta medida pero pueden así mismo provocar una movilización incontrolada de los pesticidas (Tello et al., 2005).

La limpieza con acetona se ha aplicado para eliminar trazas de DDT en libros (Caldwell, 1995, citado por Odegaard y Zimmt, 2008).

El uso de acetona en un paño humedecido se ha aplicado para capturar trazas de DDT (Altree-Williams, 2001, citado por Odegaard, 2001).

Así mismo para eliminar DDT se ha usado la inmersión de textiles en percloroetileno (producto de tintorería de limpieza en seco) a 20° C, junto con movimiento y enjuague, reduciéndose en un 70-80% los residuos en alfombras de lana (Cravello et al 2001; Di Nola et al., 2002, citados por Odegaard y Zimmt, 2007). Esta técnica no es apta para aplicarla en especímenes naturalizados.

impregnadas en Diazinon (insecticida organofosforado). Propone así mismo aplicar “el método Kaiser” como posible técnica para eliminar plaguicidas de objetos patrimoniales (Odegaard, 2009)

Estudios realizados sobre una piel de cerdo con diversos productos (1-propanol, polietilenglicol (PEG), Ivory Liquid aqueous solution y D-TAM (mezcla de surfactante en PEG) demostraron la eliminación de residuos, más efectiva con el uso de 1-propanol en plaguicidas como glifosato, alaclor, metil paratión, y triflualin, que el resto. Aunque la eficacia en la cantidad de residuos que se eliminan dependen de la solubilidad de los pesticidas en los distintos disolventes (Campbell et al. 2000, citado por Odegaard y Zimmt, 2007).

El proceso de descontaminación por difusión molecular combina la acción de un disolvente, hidrofluoroéter (HFE)<sup>715</sup>, que solubiliza el pesticida, con un elemento (un tejido de carbono activado) que recoge el pesticida desprendido vehiculizado en el disolvente. Este método experimental requiere aún así de un estudio mayor (Kaiser, 2010).

#### Métodos mecánicos acuosos

##### **Lavado**

Se han realizado estudios para determinar si el lavado puede eliminar pesticidas de la ropa de trabajo. El lavado de ropa con pre-enjuague, agua caliente (más de 60°C) y detergente ha demostrado la eliminación de residuos de pesticidas organofosforados ((Laughlin, 1993, citado por Odegaard y Zimmt, 2007)

Además el almacenamiento al aire de la ropa puede disipar aquellas sustancias tóxicas que sean volátiles (Laughlin y Gold, 1996, citado por Odegaard, 2001)

Los productos de limpieza acuosos diseñados para eliminar los residuos de pesticidas existentes en frutas y verduras demostraron una reducción de un 94% de la cantidad del pesticida Endosulfán testado (Mom's Veggiewash 2000), aunque requieren de un enjuague profundo. No existe documentación sobre el uso en objetos culturales (Odegaard, 2001).

Las técnicas usadas en el siglo XVIII y XIX de aplicar vapor para remodelar sombreros de fieltro han demostrado la pérdida de entre un 7-9% de mercurio (el nitrato de mercurio era aplicado durante la fabricación de los sombreros) sobre pelaje (Wood y Haigh 1955, Martin y Kite 2003, citado por Odegaard y Zimmt, 2007).

##### **Soluciones superficiales activas de desplazamiento (SADS)**

Otro método para mitigar la presencia de residuos de arsénico y mercurio en los objetos es la aplicación de soluciones tensoactivas de desplazamiento (SADS<sup>716</sup>). Este producto fue creado para aplicarlo sobre superficies delicadas, y actualmente se ha empleado para limpiar superficies como intercambiadores de calor y el interior de las cañerías de películas se suciedad, microorganismos y plantas vivas (Baier et al., 1986, citado por Reuben, 2006). Las primeras aplicaciones en el campo de la conservación fue la limpieza de metal pintado (Reuben, 2006). Se desarrolló una formulación de

---

<sup>715</sup> Por ejemplo, pueden servir como disolventes de transferencia los productos comercializados por la casa 3M, HFE-7100 (methoxyperfluorobutane, CH<sub>3</sub>-O-CF<sub>3</sub>) y / o HFE-7200 (ethoxyperfluorobutane, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O-CF<sub>3</sub>). Estos son capaces de disolver pesticidas a base de organofosfatos, como el malatión, captan, carbaril entre otros (Kaiser, 2010).

<sup>716</sup> Surface-Active-Displacement Solutions

desplazamiento efectivo para recubrimientos de residuos orgánicos e inorgánicos sobre las superficies sólidas en condiciones ambientales, sin necesidad de procesos de solución o emulsión directa. (Reuben, 2006).

La formulación SADS típica consta de butanol o un alcohol alifático de cadena larga<sup>717</sup>, un tensoactivo<sup>718</sup> y agua<sup>719</sup> (Reuben, 2006).

En las aplicaciones que se hizo para mitigar la contaminación por mercurio en seis máscaras del Museo Peabody demostró una reducción significativa en los niveles de mercurio (Reuben, 2006). La eficiencia en la eliminación de mercurio en superficies pintadas varió entre un 99,91 y un 99,98 % y en superficies sin pintar de entre un 99,96 a un 99,99 %. Ya que las policromías pueden estar también compuestas por plomo y arsénico, debe adaptarse el procedimiento de la mitigación para no dañarlas (Reuben, 2006).

Otro método posible que se ha considerado como una opción eficaz de mitigación es el recubrimiento con parileno. El proceso consiste en una deposición de vapor y una polimerización de para-xileno u otro derivado sustituto, produciéndose un recubrimiento plástico transparente difícilmente detectable (Reuben, 2006). El problema de este tratamiento es que es irreversible como se verá en el apartado de recubrimientos.

Se han realizado experimentos con surfactantes para eliminar plaguicidas organofosforados a partir de probetas de tejidos. Estas pruebas no han sido aplicadas a objetos de museo (Park et al, 1990, citado por Odegaard y Zimmt, 2008).

Otros ensayos comparando soluciones no iónicas (polietoxilato alcohol), carboximetilcelulosa y cloruro de sodio para eliminar residuos de DDT de alfombras con disolventes de limpieza en seco demostraron que los segundos resultaban más efectivos que los primeros (Cravello et al., 2001; Di Nola et al., 2002, citados por Odegaard y Zimmt, 2008).

El uso de un compuesto quelante, el ácido dimercaptosuccínico (DMSA), en una solución acuosa al 10% aplicado sobre toallitas de tela de algodón ha sido testado comprobando la eliminación de residuos de mercurio y arsénico en objetos de madera pintada y sin pintar, eliminado un 3.33% de arsénico y un 4-85% de mercurio (Hill y Reuben, 2008, citado por Odegaard y Zimmt, 2008).

#### Métodos que implican el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

**La nieve carbónica** o hielo seco<sup>720</sup> se ha empleado para la limpieza de polvo, hollín y pequeñas partículas en textiles, madera y libros (Wolbers 2000, Puschner 2002, Silverman 2006, citado por Odegaard y Zimmt, 2007) Al crear un impacto físico y térmico provoca el desprendimiento de las partículas superficiales sin dañar las superficies de los objetos ya que no porta agua (Odegaard y Zimmt, 2007) y no deja residuo ya que sublima. Una adaptación de la técnica se ha propuesto (Unger

---

<sup>717</sup> Esto proporciona la acción de desplazamiento interfacial, y sirve como un disolvente para el agente contaminante

<sup>718</sup> Emulsiona el agente químico despojado en el líquido portador y actúa como un inhibidor de la recontaminación, dejando las superficies recién limpiadas con tensión superficial crítica.

<sup>719</sup> El agua actúa para llevar los productos de limpieza a la superficie contaminada y arrastra por medio de pelado y emulsionado (se convierte en un portador) los agentes químicos arrancados, además de evitar la posible reacción explosiva de los otros componentes de la mezcla

<sup>720</sup> Se trata de CO<sub>2</sub> en estado sólido.

1998, Zimmt et al 2007, citado por Odegaard, 2009) mediante la succión de los tóxicos que no están unidos al objeto (Odegaard y Zimmt, 2007)

El **dióxido de carbono supercrítico**<sup>721</sup> (**SC-CO<sub>2</sub>**) o **hipercrítico** (Jelen et al. 2003, Von Ullmann 2003, Kang et al. 2004, Tello et al. 2005, Tello 2006, Tello y Unger 2007, citado por Odegaard, 2009) ha demostrado que puede eliminar con eficacia de un 70-90% de mercurio, 50% de arsénico, 80% de DDT, 60% de lindano, y 50% de los residuos de PCP sobre diversos objetos de museo sin causar daños (Jelen et al 2003; Von Ullmann 2003; Kang et al 2004; Jelen et al 2005; Tello, Jelen y Unger 2005; Tello, Unger et al 2005; Tello 2006; Tello y Unger de próxima publicación citado por Odegaard y Zimmt, 2007).

La combinación del SCO-O<sub>2</sub> y disolvente (llamado co-disolvente) pueden ampliar el rango de acción frente a otros pesticidas orgánicos no afectados, así como aumentar la eficacia de los tratamientos (Odegaard, 2009).

Por ejemplo para eliminar pesticidas orgánicos más polares como Diazinon se ha de añadir un disolvente polar (Zimmt, Odegaard, Moreno et al. en prensa, citado por Odegaard y Zimmt, 2007).

Actualmente se están estudiando combinaciones de disolventes para ayudar a la extracción por ejemplo de pesticidas organoclorados multiresiduo y plaguicidas organofosforados en productos de lana (Greene y Wimbush, 1995, citado por Odegaard y Zimmt, 2007).

La ventaja de este tratamiento es que se puede usar para materiales especialmente sensibles a la temperatura, además de ser inerte, no pudiendo reaccionar químicamente con los materiales constitutivos de los objetos que se están descontaminando (Tello et al., 2005).

En 2010 se hicieron varias pruebas sobre tejidos proteicos como pieles curtidas, tratadas con adobos, tripa, lana, manojos de plumas y pieles (con pelo). Con respecto a la tripa ésta se percibía más flexible tras la limpieza, las plumas aparecían más limpias al igual que la piel, sin embargo esta última se percibía muy seca debido al desengrasado que produce el tratamiento; parece ser que en muestras de piel podría extraer ácidos grasos libres (Tello y Unger, 2010).

Este método actualmente no es de fácil acceso para los museos ya que necesita de una planta de extracción de alta presión para llevar a cabo el tratamiento de descontaminación (Tello y otros, 2005).

---

<sup>721</sup> El dióxido de carbono es un gas a presión atmosférica y temperatura ambiente, pero se convierte en un líquido bajo presión. Cuando la presión y las temperaturas exceden un valor específico, el líquido entra en un estado físico diferente; se convierte en "supercrítico". En esta fase actúa tanto como un líquido y un gas; que tiene una viscosidad y la tensión superficial extremadamente baja y por lo tanto puede penetrar cualquier objeto poroso, pero también puede disolver y eliminar los materiales como lo haría un líquido (Odegaard y Zimmt, 2007).



**Figura 340. Algunas probetas en plumas de los estudios para la eliminación de Diazinon con  $\text{SCO}_2$  y un co-disolvente. Izquierda sin limpiar, derecha tras el tratamiento (Odegaard, 2009).**

#### **Dióxido de carbono líquido (Unger y Tello 2008, citado por Odegaard, 2009).**

El  $\text{CO}_2$  en estado líquido ( $\text{l-CO}_2$ ) se ha empleado en diferentes objetos etnográficos eliminando un 91% de DDT. Además de un 25,5% de arsénico y el 15,4 % de lindano (Unger y Tello, 2008, citado por Odegaard y Zimmt, 2007). La ventaja de este tratamiento es que es más asequible ya que actualmente se emplea en la limpieza de lavandería como un sustituto de la llamada "limpieza en seco" (Odegaard y Zimmt, 2007).

#### Métodos de alteración química

Existen muchas referencias sobre la hidrólisis química, formación de complejos e interacciones físicas para degradar plaguicidas en el medio ambiente (Odegaard, 2001).

#### Métodos químicos de alteración

La solución **de yodo Lugol**<sup>722</sup> es empleada dando buenos resultados para eliminar las manchas causadas por cloruro de mercurio en etiquetas (Hawks y Bell, 1999, citado por Odegaard, 2009).

Las soluciones de **ácido  $\alpha$ -lipoico** acuoso actúan como un agente quelante frente al arsénico y al mercurio (Cross, 2007, citado por Odegaard, 2009). Además son inocuas para el medio ambiente

<sup>722</sup> Agente oxidante a base de agua (Odegaard y Zimmt, 2007).



porque es una sustancia química natural que se encuentra en la mayoría de seres vivos (Cross, Odegaard y Riley, 2010). Estas soluciones son efectivas para eliminar altas concentraciones de sales de arsénico tanto en materiales que contienen azufre como en aquellos que no (Odegaard y Zimmt, 2007). Sin embargo la efectividad frente a las sales de mercurio es más reducida (Cross, 2007, citado por Odegaard y Zimmt, 2007)

La combinación de esta técnica con el uso de disolventes orgánicos aplicados como la técnica investigada por Rubén (2006), puede resultar también efectivo (Cross et al., 2010).

#### **Desintoxicación microbiana (bioremediación)**

Existe un grupo de microorganismos que son resistentes a los efectos tóxicos de una variedad de metales. Éstos se han usado con éxito para eliminar metales de suelos y aguas contaminadas (Roane y Pepper, 2000, citado por Odegaard, 2001). Roane (2000, 2001) está estudiando el uso de bacterias no patógenas<sup>723</sup> para eliminar de los objetos culturales los pesticidas a base de mercurio y arsénico. Además las investigaciones incluyen el uso de indicadores biológicos para detectar la presencia de metales tóxicos en las colecciones (Odegaard, 2001).

En los estudios realizados sobre probetas se comprobó que el *Arthrobacter* sp. 2604 reducía el nivel de mercurio en un 30 % en un sustrato de agar y un 20 % en una matriz de papel. Por su parte el *Cupriavidus metallidurans* CH34 reducía el 50% en el agar y en un 60% sobre papel (Roane y Snelling, 2010).

Los daños que este tratamiento puede producir a los objetos aún no se ha determinando (Odegaard, 2009), ya que hay que tener en cuenta que el *Arthrobacter* sp. 2604 tiene la capacidad de degradar objetos orgánicos teniendo preferencia por azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos. Sin embargo muestra poca preferencia por compuestos orgánicos más complejos como la celulosa. Las futuras investigaciones se centraran ya en objetos de museo (Roane y Snelling, 2010).

#### Métodos de energía externa

El uso de **microondas de alta temperatura** para vaporizar pesticidas, combinadas con filtros de carbón activado y succión para recoger los pesticidas extraídos, ha sido probados en artefactos de madera en el Museo Staatliche en Berlín (Tello 2006, citado por Odegaard y Zimmt, 2007).

**La liofilización** se ha empleado para eliminar pesticidas organoclorados como el lindano, dieldrina, DDT y residuos de DDT-DDD en huevos de gallina (Zabik y Dugan 1971, citado por Odegaard y Zimmt, 2007). Factores como la presión de vapor del pesticida o la cantidad existente, afectaron al éxito de dicha técnica. Ésta no se ha testado en objetos culturales (Odegaard, 2001)

**Los ultrasonidos** combinados con aireación y vaporización han sido útiles para reducir niveles de PDB en textiles (Gustafsson 1993, citado por Odegaard y Zimmt, 2007).

---

<sup>723</sup> Una especie de bacterias del suelo comunes (*Arthrobacter*) pueden eliminar alrededor del 30% de la contaminación por mercurio. Éstas viven ya en objetos contaminados y se han adaptado a los efectos nocivos de metales pesados como el mercurio. La bacteria *Cupriavidus metallidurans*, una bacteria aislada del relave de una mina de zinc, por su parte elimina el 60-80% del mercurio. Este tipo de bacteria producirá menos daños sobre materiales orgánicos, ya que es una bacteria autótrofa que puede producir su propio alimento a partir de fuentes inorgánicas (Odegaard, 2009). Pueden transformar el mercurio a una forma gaseosa que puede ser recogida y eliminada de manera adecuada (Roane y Pepper, 2000, citado por Odegaard y Zimmt, 2008).

### **El láser de desinversión**

Las técnicas de limpieza con láser se pueden adaptar para eliminar residuos de plaguicidas. Se ha considerado el uso de esta técnica para eliminar residuos de plaguicidas organofosforados (Asmus 2001, citado por Odegaard y Zimmt, 2008).

También se han hecho experimentos sobre madera para eliminar las floraciones de color blanquecino de DDT, lindano y PCP (Jelen et al., citado por Odegaard y Zimmt, 2008).

Las pruebas de limpieza con láser Q-switched Nd:YAG sobre plumas mostraban la eliminación de al menos un 95% de suciedad sin dañar la pluma siendo una opción viable para eliminar partículas de residuos de plaguicidas (Solajic et al. 2002, citado por Odegaard y Zimmt, 2008).

### **Fotodegradación**

Muchos compuestos orgánicos son sensible a la radiación UV como los compuestos organofosforados y residuos de plaguicidas a base de carbomatos que ven reducida su concentración tras una exposición al sol (O'Rourke, 2000). Asmus en 2001 habla de uso de luz UV pulsada para eliminar Malathion. No se ha informado dice Odegaard de la aplicación de exposición de objetos culturales a radiación UV. (Asmus 2001, citado por Odegaard y Zimmt, 2009).

La fotodegradación de los residuos de plaguicidas no está recomendada debido a que los productos de degradación puedan ser más tóxicos que el compuesto original (Handa y otros, 1999, citado por Reuben, 2006) y puede degradar la ligninas en las superficies de maderas expuestas por la acción de la radiación UV (Feist, 1983, citado por Reuben, 2006), además de provocar la descomposición hidrolítica y fotolítica de varios materiales orgánicos entre los que se encuentran los pesticidas(Odegaard, 2009).

### 16.3.5 Aplicaciones a las piezas del MNCN-CSIC.

Como se ha indicado en capítulos anteriores, los especímenes naturalizados del Museo actualmente no presentan graves problemas de suciedad porque fueron restaurados por los Hermanos Garoz en el año 2010. Se excluyen de este grupo aquellos que no fueron intervenidos porque tenían tantos daños que se consideró eran irrecuperables para el ámbito expositivo.

Durante esta intervención, se realizó en las aves una limpieza general del polvo con aire a presión regulada, las masillas o ceras existentes en las grietas fueron eliminadas y se sustituyeron por masilla epoxi y se limpiaron los restos de pinturas al óleo. Las plumas se limpiaron en seco con algodón empapado en acetona (Barreiro, J. y Castelo Vicente, L., com. personal, 2014).

Respecto a los mamíferos, se limpió primeramente el polvo con aire a presión regulada. El pelo se limpió en seco, con espuma, secándolo con aire frío y se sustituyó igualmente la cera anterior, existente en grietas, por masilla epoxi de dos componentes. Así mismo, se limpiaron los restos de pintura al óleo (Errasquin y Castelo Vicente, L. com. personal, 2014).

En las piezas que aún están sin intervenir, se podrían aplicar los protocolos de actuación y productos descritos en este apartado. Los especímenes están muy deteriorados, como se ha dicho, han sufrido ataques de plagas y en especial las aves, presentan plumas muy deterioradas, con lo que metodologías a aplicar habrán de tener en cuenta esta problemática.

La posibilidad del uso del láser, aunque sería muy recomendable, de momento es inviable por la falta de dotación económica para el mantenimiento de las colecciones. La adquisición de un láser Nd:YAG sería una opción muy interesante, útil también para otro tipo de colecciones como invertebrados, insectos o paleontología entre otras. La investigación en la limpieza con geles será continuada por la autora de la tesis en la medida de lo posible, ya que se contempla como una alternativa económica y posiblemente más segura que el uso de otros productos en determinadas circunstancias, pero como se ha indicado aún está en vías de investigación.

El problema con las piezas del Museo, especialmente las que están almacenadas en Arganda, es que si no se dispone de un lugar apropiado de conservación, éstas volverán a ensuciarse, y ya se ha señalado que cualquier operación de limpieza no deja de constituir, aunque sea leve, una agresión para la pieza, especialmente porque la limpieza mecánica puede provocar daños físicos y afectar al color estructural en aves; la limpieza acuosa, por su parte, puede provocar daños físico-químicos por el posible riesgo de hidrólisis y en especial si portan tensoactivos por la posibilidad de que queden residuos en las pieles y conlleve un deterioro mayor. Y las limpiezas con disolventes eliminan en mayor o menor medida las grasas naturales de los especímenes, desecándolos y retirando una posible protección natural, además de atacar a algunos colores lipocromos.

Por último, no se recomienda la eliminación de las "reintegraciones totales de color" a no ser que estén afectando a la estabilidad y legibilidad de las piezas, porque este tipo de intervenciones podría también ocasionar deterioros, además de que son adiciones históricas que en ocasiones han de respetarse.

En referencia a la eliminación de tóxicos primeramente se debería aplicar los protocolos para identificar las sustancias tóxicas en el Museo y ya entonces determinar si se puede acometer las tareas de mitigación o de remediación en función del presupuesto y otro tipo de medios.

## 16.4 CORRECCIÓN DE DEFORMACIONES

### 16.4.1 Introducción

Los materiales constitutivos de los animales naturalizados pueden sufrir cambios dimensionales y deformaciones al estar expuestos a fluctuaciones de las condiciones medioambientales y ciertas acciones mecánicas.

Muchas veces se han de reversibilizar estas distorsiones como un paso previo necesario a la realización de otra intervención de restauración o para proporcionar un acabado final adecuado a la pieza.

Por ejemplo, se pueden observar deformaciones, dobleces, elongaciones o encogimientos en las pieles y las plumas, o simplemente puede ser que estén descolocadas o desarticuladas y que sea necesario recolocarlas o repeinarlas. Puede ocurrir también que en los rellenos fabricados con resinas, cuando se ha producido una rotura, dicha zona se haya podido deformar; o que la armadura interna se haya doblado.

Muchas deformaciones podrán corregirse permanentemente, pero otras al cabo del tiempo volverán a recuperar su forma viciada. En algunos materiales la deformación es irreversible y se deberán entonces acometer otras operaciones si se considera necesario, (por ejemplo una reintegración volumétrica).

Algunos materiales adquieren una mayor flexibilidad con la aplicación de humedad; entre ellos, piel, cuero, papel, telas o madera. Esto es debido a que están compuestos por materiales higroscópicos con gran afinidad con el agua y, cuando se humedecen, recuperan la unidad perdida, es decir, la conexión entre los puentes de hidrógeno de la celulosa<sup>724</sup> o de la queratina/colágeno<sup>725</sup> con las moléculas de agua.

Debido a la anisotropía<sup>726</sup> que presentan muchos materiales, algunas de sus cualidades pueden responder de manera diferente según la dirección en que éstos son observados.

Otros materiales, como el metal, el vidrio o las resinas, se vuelven maleables<sup>727</sup> o/y dúctiles<sup>728</sup> al aplicar calor. Esto es debido principalmente a que recuperan sus características plásticas<sup>729</sup>, pero esto no es aplicable a todos los plásticos ni a todos los metales. Estas características físicas de algunos de estos

<sup>724</sup> La celulosa está formada por largas cadenas de polisacáridos unidos entre sí por puentes de hidrógeno, aunque es insoluble en agua ya que la unión que posee su estructura interna es más fuerte que las uniones que se producen con el agua.

<sup>725</sup> Las proteínas del colágeno y la queratina están formados por aminoácidos que se han unido entre sí por condensación cediendo una molécula de agua y formando entre ellas enlaces de hidrógeno. De la misma manera que ocurre con la celulosa, las uniones internas son más fuertes que las establecidas con el agua, pero la aplicación de calor puede romper dicha unidad, desnaturalizando la proteína.

<sup>726</sup> “Característica de una sustancia consistente en que algunas de sus propiedades dependen de la orientación considerada” (Diccionario Enciclopédico Vox 1., 2009), entre ellas la elasticidad, temperatura, conductividad, velocidad de propagación de la luz, etc. La anisotropía de los materiales es más acusada en los sólidos cristalinos, debido a su estructura atómica y molecular regular. (Wikipedia, 2015).

<sup>727</sup> Maleabilidad es la propiedad de los metales de poder ser modificados en su forma.

<sup>728</sup> Ductilidad: propiedad de los metales de moldearse en alambre e hilos al ser sometidos a esfuerzos de tracción.

<sup>729</sup> Propiedad que tiene un material de ser moldeado o trabajado para cambiarlo de forma.

materiales que son amorfos (aunque la mayoría de metales tienen una estructura cristalina), tienen que ver entre otras cosas con su temperatura de transición vítrea<sup>730</sup>.

Sin embargo otros materiales como las escayolas o arcillas con estos parámetros (temperatura y humedad) aunque cambian sus cualidades plásticas, como en el caso de la arcilla, esto lleva en ocasiones al hinchamiento, la disgregación o la separación en láminas. La composición de la arcilla influirá en gran medida en como se comporte frente a la humedad (Blanco, F., s.f.). Así mismo el yeso, en concreto la escayola puede disolverse con exceso de agua y recristalizar de nuevo al reducirse la humedad (Santos, com. personal, 2015), debiendo medirse muy bien su uso ya que sólo es adecuado en ocasiones muy específicas.

A continuación se expondrán las deformaciones y otros deterioros que se producen en los diversos materiales que pueden estar presentes en las naturalizaciones y las posibles formas de reversibilizarlos.

#### **16.4.2 Reversibilización de diferentes materiales**

---

##### **16.4.2.1 Piel, pelaje y plumaje**

###### **16.4.2.1.1 Piel**

La piel de un animal naturalizado, como se ha indicado, puede encoger y deformarse con los cambios de HR produciéndose grietas. Al encoger más la piel puede hacerlo de diversas maneras: en toda la superficie, abriéndose la grieta ya formada o puede darse una deformación puntual, levantándose o retrayéndose el borde de la misma. Pueden aparecer los tres tipos de deformaciones de manera combinada.

A menudo estas contracciones/encogimientos, como se ha señalado, pueden dar lugar a la apertura de los folículos, dejando las plumas y los pelos sueltos.

Además de las grietas, la piel puede presentar otros daños, como por ejemplo dobleces. Estas deformaciones en la mayoría de las ocasiones se han endurecido debido a la disminución de la HR medioambiental y a cambios internos de la piel, degradándose las moléculas estructurales en mayor o menor medida, potenciándose con el envejecimiento (Rae y Wills, 2002). Esto dificulta las acciones de flexión o estirado, ya que pueden dañar la piel (Horie, 1988, p. 57).

Diversos factores influyen en la tipología de estos daños y en cómo se comportarán éstos durante la reversibilización, como los distintos tratamientos que ha recibido la piel, el tipo de animal, el tipo de cuerpo/maniquí (rígido o blando), tratamientos posteriores de desinfección que pueden interaccionar con las sales de los curtidos y proteínas de la piel, etc.

---

<sup>730</sup> “Temperatura a partir de la cual un sólido amorfo se comienza a reblandecer” (Muñoz, Osca y Gironés, 2014, p. 293).





**Figura 341. Ejemplo de grietas con diversas distorsiones en la piel de la cría de un elefante africano, *Loxodonta africana*, del MNCN.**

##### **Tipos de deterioros**

- Borde de la piel deformado (encogido, dado de sí o levantado); se produce tanto en aves como en mamíferos.
- Abolsamientos
- Folículos o pterostilos deformados

##### 16.4.2.1.2 Corrección de deformación en piel, pelaje/plumaje y otros elementos proteicos

- **Piel**

Generalmente, como ya se ha mencionado, se emplean tratamientos acuosos para solucionar los problemas de deformaciones en materiales proteicos.

El agua, si bien es un buen plastificante, de materiales orgánicos, mojar la piel puede provocar la extracción o movimientos de los componentes solubles de la piel del espécimen, pudiendo aumentarse la rigidez de ésta, ya que el material extraído puede actuar como un cementante interno que proporciona rigidez a la pieza. (Horie, 1988, p. 57).

Además, la interacción del agua con las sales solubles de las pieles puede provocar la bajada de la temperatura de contracción de la piel (Horie, 1988, p. 57).

Elevar la humedad del espécimen al 80% de HR por medio de humectación, proporciona la flexibilidad necesaria para poder remodelar la piel ligeramente, aunque la piel puede rigidificarse aún más al secarse (Horie, 1988, p. 57). Por otro lado algunas distorsiones muy pronunciadas en pieles que han encogido pueden ser difícilmente reversibles (Horie, 1988, p. 57).

Algunas pieles son muy reactivas frente a la humedad y a la temperatura, especialmente aquellas sin curtir o tratadas con sulfato de aluminio y potasio que cuando están secas son firmes e inflexibles y cuando se mojan se hinchan de manera incontrolable (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

Ya que los curtidos minerales son muy reactivos con el agua, la rehidratación debe hacerse con cuidado teniendo cuidado de no volver a iniciar la actividad bacteriana o micótica (Pequignot et al., 2006).

### **La importancia de la metodología**

Por todo lo indicado, la metodología y el tiempo de aplicación de cada fase son vitales para conseguir buenos resultados. Además dichas técnicas/métodos se deben aplicar al espécimen teniendo en cuenta el tipo y morfología del material. Muchos tratamientos empleados en objetos etnográficos compuestos por pieles que han sufrido un "curtido" y una preparación similar al ejemplar que estamos interviniendo, podrían adaptarse a nuestras necesidades, pero siempre se recomienda realizar una prueba (catas, probetas o modelos).

Para evitar el crecimiento de microorganismos, los tratamientos con humedad deben ser monitorizados y empleando en ellos el menor tiempo posible, siendo preferible, si fuera posible, realizar el tratamiento de manera gradual, por etapas, adecuándose al tiempo que la piel necesite (Thomson y Angus, 2006, p. 126). Por tanto, ha de realizarse paulatinamente para que la piel (al igual que otros elementos proteicos) se vaya hidratando poco a poco, sin provocar ninguna reacción indeseable, como la hidrólisis de la proteína o la activación de hongos.

Los especímenes montados no se pueden meter en cámaras de humectación como otros objetos de cuero, sino que se deben humectar puntualmente. Esto se puede conseguir mediante un humidificador ultrasónico<sup>731</sup>, y cubriendo ligeramente la zona a humectar con una película de Melinex<sup>®732</sup> o de polietileno, o aplicar la humedad directamente (Thomson y Angus, 2006, p. 126).

Los objetos planos o zonas planas pueden humectarse utilizando una membrana semipermeable como el Goretex<sup>®</sup> o Sympatex<sup>®</sup>, o mediante el uso de papel secante, ligeramente humedecido, intercalando una tela de algodón suave o de Reemay<sup>®733</sup> controlando muy bien la humedad que se transmite a la piel (Thomson y Angus, 2006, p. 126). En especímenes montados, pueden atarse "estos paquetes" al cuerpo, por ejemplo a una pata si estamos tratándola, con unas cintas o correas, teniendo cuidado de no estrangular la zona y dejar marcas. Además se deberá interponer un elemento aislante entre la zona de la piel que se está tratando y el relleno para no transmitir la humedad al cuerpo.

Durante la intervención de una piel de ñandú, *rhea americana*, Allyson Rae y Barbara Wills para minimizar (relajar) los pliegues y deformaciones que se habían producido, colocaban la piel sobre una

---

<sup>731</sup> El uso de humidificadores puntuales que se explicarán en el apartado de plumaje y pelaje es también válido para la piel.

<sup>732</sup> Película de poliéster.

<sup>733</sup> Poliéster no tejido.

lámina de Gore-tex<sup>®734</sup> ligeramente humedecida y era cubierta con una lámina de polietileno, retirando el Gore-tex<sup>®</sup> cuando se había relajado la piel lo suficiente como para alinearla y secarla finalmente. (Rae y Wills, 2002, p. 43). Este procedimiento se puede adaptar a especímenes naturalizados siguiendo los consejos ya indicados con anterioridad.

El objetivo de este proceso es el de aportar humedad pero sin mojar el cuero, ya que si bien el cuero reacciona bien frente al vapor de agua, reaccionará muy mal al mojarse con agua líquida (Thomson y Angus, 2006, p. 126).

Cuando la piel se ha humedecido, ésta puede mantenerse en su nueva forma o volver al estado de deformación. Por ello, en ocasiones, han de idearse maneras de que la piel permanezca en su sitio mientras seca. En superficies planas se puede utilizar una lámina de vidrio, al igual que se hace en la conservación de textiles, pero se debe intercalar una capa de papel secante, que se irá cambiando frecuentemente por papel secante seco para que la humedad no quede retenida (Thomson y Angus, 2006, p. 126), y en caso de especímenes montados, para evitar que penetre más pudiendo humedecer los rellenos.

Las pieles y cueros degradados poseen una temperatura de contracción inferior a la piel nueva, en ocasiones peligrosamente baja (recordar que ésta depende además de otros factores como el tratamiento empleado o el tipo de animal entre otros). Por esta razón debe evitarse el uso de calor con una humedad alta ya que la piel puede contraer si se aplica calor cuando está mojada; se debe tener en cuenta inclusive la temperatura que puede provenir de una exposición solar, con el consiguiente calentamiento (Thomson y Angus, 2006, p. 126) u otro tipo de iluminación.

Para ayudar por ejemplo, a que los bordes de la grieta en una costura de la piel se acerquen, la piel puede relajarse humedeciendo la zona con agua tibia (Hanacziwskyj, Horie y Shuttleworth, 1991) extremando la precaución con la combinación de temperatura y humedad en pieles.

- **Orejas**

Las orejas de mamíferos de tamaño mayor que una ardilla (mediano a grande), como se ha indicado, deben ser desolladas, ya que al secar se deformarían. Este proceso se realiza, como ya se ha explicado, limpiando bien las partes putrescibles y dejando dentro el cartílago o bien, eliminándolo también y sustituyendo éste con un material de refuerzo para dar forma a la oreja rellenando la piel. Los especímenes antiguos suelen conservar el cartílago y éste suele estar reforzado con arcilla. Muchos del siglo XX tienen un revestimiento de plomo o papel en forma afilada o una masilla no higroscópica junto con una varilla de alambre más grande que es la que arma la oreja (Dickinson, 2006). En muchas ocasiones, estas varillas se dirigen a través de la forma de la oreja, configurándola y con el paso del tiempo las orejas se deforman o el alambre asoma. Las orejas pueden recuperar su forma reblandeciéndolas y fijándolas entre conformadores de madera mientras se secan. Si la HR se mantiene constante, pueden conservar la forma (Dickinson, 2006), si no es así volverán a deformarse.

---

<sup>734</sup> Tipo de textil formado por microfibras cuyos poros impiden el paso del agua pero sí permiten la transpiración, funcionando como una membrana, siendo impermeable y ligero.

En la restauración de una cabeza de Gacela Dorcas, *Gazella dorcas*, del *National Museums Northern Ireland*, las orejas, que no se habían rajado, pero estaban deformadas, se humidificaron para colocarlas en su posición correcta. El procedimiento empleado consistió en envolver las orejas en una bolsa de polietileno con cierre con un algodón humedecido en agua desionizada dentro, sin que contactara éste directamente con la oreja, a fin de evitar la expansión e iniciar posible reacciones químicas (Carter 1998). Se fue probando hasta que las orejas se ablandaron suficientemente para manipularlas sin dañarlas y sin exceder el tiempo por la posible aparición de hongos. Cuando se colocaron en su posición, se fijaron durante unas horas con unas abrazaderas para conservar la forma durante el secado (Kerr, 2012).



**Figura 342. Reversibilización de la deformación en las orejas de una Gacela Dorcas del *National Museums Northern Ireland* restaurada por Jill Kerr.**

### Aplicación de otros productos

La recuperación de la forma puede realizarse solo con humedad, o añadiendo otras sustancias a fin de acelerar la evaporación, evitar la proliferación de organismos, facilitar la reversibilización de la deformación o neutralizar el pH de una piel acidificada para evitar la hinchazón ácida.

Estos tratamientos, aplicados en tratamientos a objetos y textiles etnográficos, se deben adaptar a animales montados, porque ya se ha visto el papel que juega la humedad sobre éstos, destinándolos a intervenciones puntuales y controlando muy bien que no traspase la humedad al relleno.

Por ejemplo, para lograr una evaporación más rápida, se puede añadir al agua un poco de etanol:

- En la restauración de una manta india de piel de ciervo o bisonte, pintada de américa del Norte de origen Sioux del siglo XVII, y preparada con sesos de bisonte y otras grasas, se hizo una relajación puntual por el lado de la flor, humidificándola por micro difusión de una solución de agua y etanol a través de una lámina de Gore-tex® y colocándola bajo pesos con presión moderada para no aplanar las fibras y dejándola secar paulatinamente. (Ingrid Léantey-Enmanuel Desveaux, 2006) (Léantey y Desveaux, 2006). La adición de etanol cumplía una doble función: Por un lado, acelerar la evaporación y, por otro, evitar la proliferación de microorganismos.

En la restauración en 2009 de una máscara en The National Gallery of Australia, los conservadores realizaron una humificación local con agua y etanol 1:1 empleando un humidificador de ultrasonidos, y ensayaron métodos de secado en una maqueta de piel de ciervo curtida (Sarah McHugh, 2011, p.8-11) Esto demuestra lo importante de hacer maquetas antes.

Otro caso que ilustra el empleo de humedad para eliminar las deformaciones en el perímetro de una grieta es el de una piel de un rinoceronte de Sumatra, *Dicerorhinus sumatrensis*, del Museo Wiesbaden (Alemania). En este caso, algunas partes de la piel se reblandecieron con agua, a la que se le añadió un bactericida "Diamoll C®"<sup>735</sup>, para evitar la proliferación de microorganismos, devolviendo la piel a su posición original, antes del secado y posterior consolidación (Geller-Grimm y E. Zenker, 1999).

Para evitar causar daños mayores los tratamientos se limitaron a áreas pequeñas que tuvieron que ser fijadas posteriormetne con firmeza (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

Dickinson recuerda que, durante el reblandecimiento de las pieles de mamíferos, las pieles viejas suelen estar acidificadas debido a que han sido piqueladas con sal y alumbre y se debe evitar en el proceso de humectación el hinchamiento ácido, que da lugar a que la piel adquiera una consistencia correosa y débil. Para reducir este problema se debe añadir sal al agua utilizada para ablandar, en una proporción de 50 g por litro. (Dickinson, 2006?, 134).

Para facilitar la eliminación de deformaciones y rigidez en distintos materiales proteicos, se han empleado varios productos que si bien facilitan estos procesos, han de usarse en casos muy especiales y de manera muy medida y con gran conocimiento de las reacciones que se van a producir, porque pueden acarrear daños mayores.

Por ejemplo un producto comercial denominado Lederweicher®, elaborado a base de docusato sódico,<sup>736</sup> se ha empleado en el tratamiento de tejidos momificados<sup>737</sup>, ropajes esquimales hechos con piel de foca, mantas indias con pelaje<sup>738</sup>, así como para cuero arqueológico y guadamecíes<sup>739</sup> que, como se ha indicado en el capítulo 4, todos ellos poseen naturalezas diferentes (distintas capas de piel, tratamientos y naturaleza diferentes).

En los años 90 era común retratar (volver a tratar) las pieles de las piezas intervenidas. Esto hoy en día no se suele hacer ya que se modifican las propiedades de la piel; aunque se eleva la temperatura de contracción haciéndolas más estables frente a los cambios higrotérmicos, estos procesos son irreversibles. Pero, en algunos casos, estas cuestiones se tenían en cuenta. Por ejemplo, los ropajes de piel de foca de las momias de Qilakistok fueron tratadas con Lutan F®<sup>740</sup> y otras con Lederweicher®, con la intención de volverlas más estables y manejables pero sin variar su temperatura de contracción, de manera que estos tratamientos empleados fueran reversibles, al no crearse fuertes enlaces entre las

<sup>735</sup> Un bactericida a base de cloroacetamida

<sup>736</sup> Docusato sódico en una solución alcohol-agua Docusate sodium in water-alcoholic solution // anion-active sodium salt of succinic acid ester sal de sodio-anión activo de éster de ácido succínico.

<sup>737</sup> En muchas ocasiones para hacer un estudio histológico en momias, se debe ablandar la muestra ya que están tan duros los tejidos que no puede ser cortados con el micrótopo (Svendstrup y Hansen, 1989)

<sup>738</sup> Estas mantas del Museo de Berlín posiblemente semi-curtidas con sesos, fueron tratadas para poder desdoblarlas (Graber 2008, citado por Turner, Tello, Bolz y Fonicello, 2009)

<sup>739</sup> Trinidad Ginés, restauradora del Museu de l'art de la Pell de Vic, lo utilizaba para tratar las deformaciones y dobleces de varios tipos de piel, entre los que estaban cordobanes, guadamecíes, piel cruda o cuero arqueológico.

<sup>740</sup> Un pseudocurtido o "curtido" al alumbre. Es un curtido mineral de cloruro de aluminio.

proteínas de queratina. (Moller, 1989, p. 23). No se ha podido encontrar ninguna publicación que explique cuál es el efecto a largo plazo del empleo de estos productos.

Otro producto que se abordará también en el capítulo dedicado a recubrimientos es el método Curator®, ideado por María Hita Bohajar y Emilio Mezcua Santamaría, que cumple varias funciones; entre ellas, la de reversibilizar deformaciones, devolviendo además la flexibilidad, la limpieza y la nutrición e hidratación de la piel. (María Hita y Emilio Mezcua, 2001, p. 40)

Todos ellos podrían tener aplicación en el tratamiento de pieles deformadas de especímenes naturalizados, pero este punto aún habrá de ser investigado.

### **Desmontaje de pieles**

Especialmente en los años 80-90, en algunos casos, cuando el animal montado estaba en muy malas condiciones, se decidía realizar una reparación integral. Aunque muy raramente, los especímenes, incluso los ejemplares históricos, pueden ser desmontados y remontados. Esta operación es muy costosa económicamente y sólo se contempla con especímenes de especial valor. Por otra parte, debe recordarse que un espécimen restaurado baja su valor en el mercado) (Dickinson, 2006?, 135), además de que puede suponer un daño integral en la pieza.

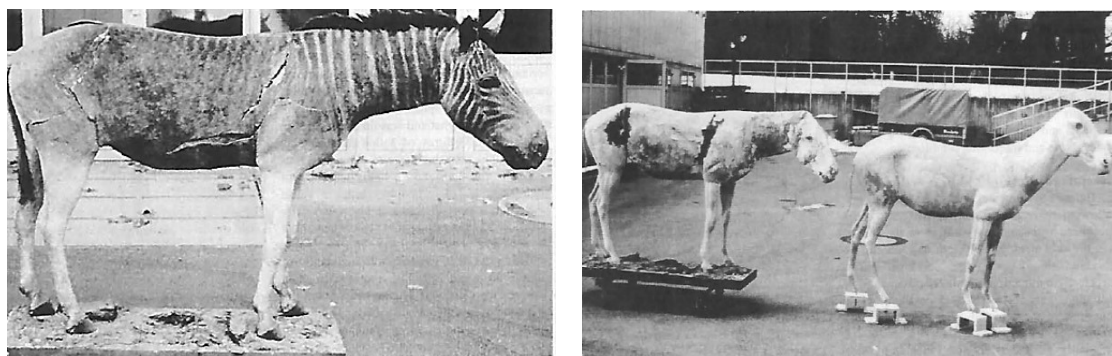
Aunque, por tanto, estas operaciones podrían considerarse como inadecuadas, los tratamientos empleados pueden ser útiles para reversibilizar deformaciones puntuales.

En el proyecto iniciado en 1987 para tratar de criar de nuevo el quagga, *Equus quagga quagga*, Reinhold Rau (1932-2006), el conservador del South African Museum trató y volvió a montar 5 de los 23 especímenes existentes en diferentes museos del mundo, y se aprovechó para tomar muestras de sangre y tejido muscular subcutáneo para analizar el ADN.

En este tratamiento, la piel del quagga se desmontó y se volvió a curtir, se sustituyó el maniquí original de escayola que estaba deteriorado por uno nuevo de poliéster.

Para ablandar la piel, que estaba muy acidificada debido al curtido al alumbre y sal original y los pesticidas a base de arsénico y, con la intención de desmontarla y tratarla de nuevo, se hizo una prueba puntual en la zona de una grieta para ablandar la piel. La piel se trató primeramente con un baño en el que se añadió sal al agua para prevenir la hinchazón ácida (aprox. un 5%, subiendo gradualmente la concentración de sal en baños sucesivos). Además de incluirla en varios baños para ablandarla, incluyendo un fungicida (Diamoll C®), la piel se descarnó, se piqueló y curtió con Lutan F® (Moore, 1995??).





**Figura 343. A) Estado de conservación del quagga del Museo de Munich antes del desmontaje. B) Maniquí original a la izquierda y nuevo maniquí en resina sobre el que se montó la piel del Quagga tras haberla desmontado.**

El grupo de quaggas del Museo de Meintz, restaurado completamente en 1984 por Hildebrandt y el Sr. Rau volvió a dañarse tras su colocación en condiciones desfavorables en la Colección Permanente del Museo (climatizada a partir de 1999) y el curtido desafortunado al cromo que se hizo en esta intervención (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

Esto demuestra que los tratamientos en la piel no solo cambian sus cualidades, sino que pueden causar daños mayores.

El desmontaje de un espécimen naturalizado es un tema muy controvertido ya que, cómo se ha puesto de manifiesto en varias ocasiones, sólo debe realizarse en situaciones muy extremas, por no decir nunca. Por otro lado, la sustitución del material de relleno, operación que era contemplada en el pasado, no es una opción válida, contraviene todos los criterios adecuados de conservación: el objeto se convierte en otra cosa y se pierde su identidad. Esto mismo sería válido para el tratamiento que supone el curtir de nuevo las pieles.

Además, en muchas ocasiones, cuando el espécimen estaba tan dañado, se decidió desmontar el animal y no remontarlo, guardando las pieles como pieles de estudio. Esto no solo respondía a la intención de conservar la piel sino también a la de ahorrar espacio (Hendry, 1999).

Dick Hendry, taxidermista del Museo de Glasgow, apunta que este proceso no solo puede dañar la piel, ya que la capacidad de ésta para relajarse depende en gran medida del procedimiento de preparación que haya sufrido, sino que también tiene un gran peso moral y ético. Además, señala que sería un error confundir la modernización de los ámbitos expositivos con la eliminación de los vertebrados montados, sustituyéndolos por imágenes bidimensionales, recordando además el interés que suscitan los primeros entre el público (Hendry, 1999).

Habría que estudiar si alguno de estos tratamientos puede ser aplicable a relajaciones puntuales sin ocasionar daños.

#### 16.4.2.1.3 Plumaje y pelaje

Como ya se ha indicado, durante la manipulación de la pieza, a menudo estas partes sufren diversos daños, entre ellos:

**Tipos de daños**

- Plumas dobladas o barbas descolocadas. Rizado de barbas. Agrupado de barbas.
- Pelo despeinado, enmarañado o agrupados o doblados.
- Encorvamiento

Recolocación (o reformado) de plumas y pelos

Los pelos y, especialmente, las plumas se mantienen en su lugar a través del acicalamiento del animal y de sus estructuras, que se disponen en el animal entrelazadas. Esta colocación debe reproducirse también durante la restauración (Horie, 1988, p. 57).

Algunas descolocaciones en plumas y pelos se han producido durante, por ejemplo, las operaciones de limpieza, como se verá más adelante, o fruto de restauraciones anteriores, así que el repeinado de los especímenes naturalizados es una práctica común tras la restauración.

La colocación se puede realizar en seco o en húmedo. La ventaja de la humificación es que puede facilitar el repeinado del pelo y las plumas, ya que una ligera humectación con vapor frío flexibiliza y hace temporalmente más resistentes estos materiales, pudiendo ser manipulados y reformados con mayor seguridad (Horie, 1988, p. 57).

El encorvamiento de las plumas se puede corregir con una vaporización de agua (Hudon, 2005).

En estas operaciones mejora tanto el aspecto como la suavidad y la fortaleza, volviéndose menos susceptibles a daños mecánicos. (Horie, 1988, p. 57).

Tras la limpieza en seco de los especímenes montados de los dioramas "Charles Hubbard" en el L.C. Bates Museum, Maine (EEUU) se utilizaron diversas herramientas para peinar el pelaje y el plumaje de las naturalizaciones, como palillos de bambú, pinzas o/y microespátulas (Harvey y Roth-Wells, 2008).

Rex Merchant, por su parte, aconseja utilizar una aguja para colocar el total del plumaje tras la restauración, y trabajar desde la cola hasta la cabeza del espécimen, levantando cada pluma y dejándola caer de nuevo en su lugar adecuado (Merchant, 2005).

Tras la limpieza en húmedo, con agua y detergente, del diorama de aves 'Great Bass Rock' del Ipswich Museum, las plumas se agrupaban y había que peinarlas, para colocarlas en su lugar, por medio de un pincel y un secador de pelo mientras permanecían húmedas (Hills, 2008).



**Figura 344.** Peinado del plumaje de un alcatraz común, *Morus bassanus*, del diorama de aves 'Great Bass Rock' del *Ipswich Museum* (UK) por Suzanne Hill durante la limpieza en húmedo por medio de un secador y un pincel.

Existen varias herramientas y procesos que pueden facilitar y hacer más controlable la humectación:

Moore recomienda en uso de un humificador textil para reversibilizar dobleces, retorcimientos o enderezar las plumas, además de para relajar las capas de plumón y recuerda que esta operación ha de realizarse sin mojar la superficie de la piel, porque se podría hidratar dando lugar a distorsiones e inclusive provocar el crecimiento de hongos (Moore, 2009, 52).

Otra herramienta útil es un lápiz de preservación unido a un humificador. Éste permite aplicar vapor localmente y con la temperatura que se requiera. Éste fue utilizado en la colocación de las plumas descolocadas de una Gallina azul de Delaware naturalizado, proporcionando buenos resultados (Pack y Torok, 2012).

Alyson Rae señala que se puede realizar un peinado localizado de las plumas a través de un papel humedecido con agua destilada o para eliminar el doblez en el cañón de una pluma, envolviendo éste en el mismo tipo de papel, cortado a medida y humedecido, evitando que se pueda mojar la piel. La pluma se relaja y vuelve a su forma original generalmente tras 15 minutos. Finalmente, se seca peinando las plumas con los dedos, para que los ganchitos de las barbas se vuelvan a adherir (Rae, comm. Personal, 2012).



**Figura 345.** Recolocación del plumaje de una Gallina azul. Superior, antes de la intervención e inferior tras la recolocación

Por su parte, Rex Merchant recomienda colocar bajo cada pluma una almohadilla de algodón hidrófilo humedecido para reversibilizar una deformación muy pronunciada que se pueda haber producido tras un secado incontrolado. Tras flexibilizar las plumas, éstas se colocan en su forma correcta y se mantienen en su lugar situando una cartulina fijada con alfileres finos al cuerpo del espécimen (Merchant, 2005). También recomienda, tras el secado, tratar el plumaje con polvo fino como yeso o bórax en polvo (Merchant, 2005). Esto último presenta el inconveniente de que puede quedarse en superficie, teniendo que limpiarlo de nuevo y pudiendo volver a despeinar el plumaje.

En ocasiones, las plumas no solo están despeinadas, sino que están dobladas. Rex Merchant recomienda enderezarlas tomando el cañón con unos alicates/tijeras pequeños de punta roma de modo que recupere su forma. Se pueden colocar grupos enteros de plumas en su lugar siguiendo esta metodología (Merchant, 2005).

### **Otros elementos queratinosos**

En ocasiones, podemos encontrar deformaciones en otros elementos queratinosos como cuernos, uñas, escamas en patas, membranas de los pies o picos. Velson Horie indica que no se debe intentar remodelar los cuernos o las pezuñas deformadas, ya que resulta muy difícil corregir cualquier distorsión (Horie, 1988, p. 57).

Aunque estos elementos son mucho menos sensibles a la humedad, como ya se ha comentado, una exposición prolongada, en especial si es combinada con calor, las ablanda (recordar que la queratina es estable a temperaturas más altas que el colágeno (Horie, 1988, p. 57), y corre menos riesgo de desnaturalizarse su proteína, aunque la aplicación de calor debe ser medida)

En la restauración de una tortuga galápagos naturalizada del Norwich Castle Museum and Art Gallery (Reino Unido), algunas placas del caparazón (recordar que las placas del caparazón están formadas por beta queratina, la misma queratina que el caparazón del armadillo) se encontraban deformadas. Para reversibilizar dicha distorsión éstas se mojaron (especialmente una que hubo que sumergirla varias veces en agua caliente a unos 40°C durante 10 min) y poco a poco con abrazaderas se le fue devolviendo su forma original (Beaulieu, 2009).

#### **16.4.2.2 Rellenos, armazones y peanas**

- **Plásticos y resinas sintéticas**

Muchos especímenes modernos como ya se ha señalado, poseen un maniquí de resina, termoestables (entre ellas las resinas de poliéster (UP), poliuretano PUR y PU o la resina epoxídica) o termoplásticas (policarbonato, PVC, Polipropileno, Polietileno, Polimetimetacrilato, Poliestireno, Acrilonitrilo-butadieno-estireno ABS, Poliuretano, Poliéster PET). Algunos elastómeros como el látex, el caucho o la silicona ya se ha visto que se han empleado también para reproducir algunas zonas sin pelo en primates.

Actualmente, estos materiales también han sido usados prolíficamente en la escultura contemporánea, pudiendo recogerse experiencias en la restauración de este tipo de patrimonio.

##### **Tipos de deterioro**

- Abombamientos
- Dobleces
- Hundimientos

##### Corrección de deformaciones en plásticos y resinas

En ocasiones, las deformaciones aparecen en los maniquís realizados con resina, por ejemplo como fruto de un golpe o también puede aparecer una grieta, en la que los bordes pueden haberse deformado, con lo que para realizar las operaciones posteriores de consolidación y reintegración volumétrica se deben alinear.

En el caso de las resinas termoestables, con la aplicación de aire caliente y presionando con gatos amortiguados con punteras de silicona se puede reducir sino eliminar dicha deformación (Lobato y Ercilla, 2012, p. 152). En caso de resinas termoplásticas estas operaciones son más fáciles y agradecidas.



**Figura 346. Ejemplo de reversibilización de una grieta en una escultura de poliéster restaurada por Diana Lobato Mínguez y Paula Ercilla Orbañanos que podría servir para intervenciones en los rellenos de resina de especímenes naturalizados.**

Durante la restauración de las manos y pies hechos con goma de látex de un orangután del Museo de Ciencias de Búfalo (EEUU), se empleó calor aplicado con espátula caliente para minimizar el tamaño de los agujeros existentes fruto de clavos que se habían retirado (Ritchie, 2013).

El exceso de calor producirá en resinas termoplásticas el ablandamiento excesivo, deformándose y en termoestables la desintegración.

Por ejemplo las varillas epoxídicas, que son termoestables, pueden doblarse (encorvarse) en cierta medida pero nunca alcanzar un ángulo perpendicular, si se intenta forzar esta posición la varilla se romperá.

En algunas piezas realizadas con espumas rígidas de poliuretano o con poliexpan las deformaciones importantes son irreversibles, ya que la materia se comprime. En este caso, se debe plantear acometer una reintegración volumétrica.

#### **16.4.2.3 Metal**

Los metales pueden estar presentes en las estructuras de las naturalizaciones formando parte del esqueleto. Los más comunes son aceros galvanizados, hierros y en ocasiones latón (v. cap. 9).

Al igual que con los otros materiales, se pueden recoger experiencias en el tratamiento de otras representaciones artísticas o arquitectónicas en las que están implicados los metales como materiales integrantes.

##### **Tipos de deterioro**

- Dobleces/torceduras
- Abombamientos
- Deformación mallas metálicas

##### Corrección de deformaciones en elementos metálicos

Los alambres a menudo se deforman especialmente en la zona de la terminación de las patas. Estos se pueden volver a enderezar con la mano si se trata de alambres finos o, en caso de alambres más gruesos, ayudándonos de una herramienta denominada grifa. Finalmente, si no se logran resultados satisfactorios, puede emplearse un gato o mordaza. Estos procesos se deben de hacer con mucho cuidado para no deteriorar el metal, ya que si éste está debilitado podría partirse, como por ejemplo un metal muy oxidado. En algunos casos se debería estabilizar antes. A veces se le puede ayudar con calor, ya que de esta manera se vuelve más maleable.

En ocasiones, algunas armaduras internas se han descolocado, por ejemplo, en la cabeza o las alas y debemos devolverla a su sitio. Esta operación debe estar debidamente documentada, porque a veces lo que se piensa que es un movimiento incorrecto de un animal vivo, podría no serlo; por ejemplo, el ladeado de la cabeza en aves. Esta operación debe hacerse cogiendo el conjunto del animal por ejemplo la cabeza para enderezar un cuello; esta maniobra, por ejemplo, en caso de aves, podría desprender las plumas o incluso romper los elementos internos, como el cráneo o el armazón.

#### **16.4.2.4 Madera**

La madera forma parte de las naturalizaciones en la mayoría de los casos, ya que los soportes y peanas suelen estar realizados con este material. En ocasiones conforman la estructura interna del cuerpo modelado en escayola (Ver tema 9).

En este caso, igualmente se pueden tomar ejemplos de los tratamientos aplicados en la escultura en madera, artes decorativas, mobiliario y pintura sobre tabla.

##### **Tipos de deterioro**



- Alabeamientos
- Hinchamientos
- Contracciones
- Faltas volumétricas
- Fendas

### Corrección de alabeamientos en madera

A menudo las peanas, sobre todo si son de madera de escasa calidad, que no ha secado bien o tiene un corte inadecuado, tienden a deformarse, como se ha indicado, dependiendo del tipo de corte. Estos alabeamientos se pueden mitigar por medio de humedad y corrigiendo poco a poco la forma por medio de gatos; lamentablemente éstas volverán a deformarse en mayor o menor medida si la HR no es la adecuada. Estas operaciones deben realizarse de manera muy controlada y poco a poco, invirtiendo mucho tiempo el proceso. Si este no se hace bien, la madera puede fracturar, por ejemplo, por una zona de veta que sea más frágil, o puede provocar tensiones en los alambres de las patas fijados en ella y, por lo tanto, en las patas del espécimen. Hay que tener especial cuidado y valorar si debe hacerse un tratamiento de consolidación previo si la madera presenta daños por insectos o es preferible crear un soporte supletorio.

### **16.4.2.5 OTROS ELEMENTOS**

#### **16.4.2.5.1 Etiquetas y otros elementos de papel**

Este material se encuentra en la casi totalidad de los especímenes naturalizados, como etiquetas identificativas del museo o del taller taxidermista, y en algunos casos como material de relleno (papel maché, o rellenos, informes).

Las etiquetas juegan un papel fundamental en la identificación y documentación del ejemplar. Por ello son frecuentemente manipuladas para su consulta y por lo tanto susceptibles de sufrir alteraciones mecánicas.

#### **Tipos de deterioros**

- Dobleces y pliegues
- Arrugas
- Abolsamientos



Figura 347. A) Abolsamientos, B) Dobleces del papel y otras deformaciones

#### Corrección de dobleces y arrugas en papel

Como ya se ha indicado, el papel es muy sensible a la humedad y los deterioros dimensionales pueden ser fácilmente corregidos con ella. Pero antes de realizar cualquier operación con humedad ha de comprobarse si las tintas son solubles o no (debiendo impermeabilizarlas en caso de ser solubles). Por otro lado, al intentar corregir la deformación de un material in situ, se puede correr el riesgo de que el papel se manche con la lignina de la madera de la peana o con los tintes aplicados en ella, creando manchas indeseables en el papel.

Por estas razones, a menudo las etiquetas de los taxidermistas son desmontadas y tratadas aparte, volviendo a adjuntarse a la peana o guardándolas separadamente. Las operaciones de restauración de papel son muy delicadas y pueden comprender baños o tratamientos puntuales con vapor, entre los cuales está la desadificación que los vuelve más resistentes y flexibles, y por tanto menos frágiles durante la manipulación. El tratamiento de papel es muy delicado y debe hacerse por un restaurador de papel o bajo la supervisión del mismo.

#### 16.4.2.5.2 Capa pictórica

En ocasiones, la capa pictórica presenta deformaciones (craquelados, cazoletas o escamas por ejemplo) que se reversibilizan durante el sentado de la policromía, con adhesivos para fijarlos al soporte. Pero a veces hay que ayudar a la policromía a que vuelva a su lugar como paso previo a la fijación.

#### Tipos de deterioro

- Cazoletas
- Escamas
- Ampollas



**Figura 348. Levantamiento generalizado de la capa pictórica, posiblemente vinílica o acrílica, en la cera de un águila calva, *Haliaeetus leucocephalus*, del Alaska State Museum.**

#### Tratamientos

Los tratamientos a aplicar difieren con el tipo de policromía y de soporte. Por ejemplo, ya se ha señalado que las resinas acrílicas y vinílicas se ven afectadas por el calor volviéndose más “elásticas y plásticas”. De igual manera, los óleos “jóvenes” (esto sería grosso modo hasta 100 años de edad) que aún no han polimerizado completamente, son igualmente más plásticos con el uso de temperatura, aunque hay que recordar que el tipo de pigmento va a influir en las cualidades de la capa de pintura. La existencia de blanco de plomo, por ejemplo, acelera la polimerización del aceite y las películas con blanco de plomo son más rígidas.

La existencia o no de recubrimientos también van a influir en esta situación.

Generalmente, la combinación de agua y calor acelera y facilita los procesos de reversibilización, pero esta operación debe ser muy controlada ya que se puede hinchar la queratina de picos, patas y piel, lo que se conoce como desnaturalización.

Respecto la **cera y la plastilina** que se han empleado para reproducir muchas zonas como lenguas, e inclusive orejas, éstas pueden modelarse por medio de calor pero tienen un punto de fusión muy bajo y el exceso de calor podría licuarlas, además de marcarse incluso las huellas dactilares si la operación de modelado se hace con las manos desnudas. Por otro lado se debe tener en cuenta que estas zonas suelen estar pintadas y hay que tener en cuenta también el punto de fusión de estos materiales que puede ser distinto a la cera, pudiendo separarse y desprenderse la pintura durante la operación.

## 16.5 CONSOLIDACIÓN Y ADHESIÓN DE ESTRATOS Y ESTRUCTURAS

Como ya se ha visto en el capítulo dedicado a deterioros, los especímenes naturalizados pueden presentar daños, grietas, disgregación de diversos materiales, roturas, faltas de peana o de otros elementos sustentantes o levantamientos y desprendimientos de policromía entre otros.

En este capítulo se tratarán las intervenciones curativas relacionadas con la estabilidad y consolidación de los distintos elementos del espécimen naturalizado.

Ya que actualmente existe cierta confusión entre los distintos términos usados para designar los diferentes procesos de estabilización de las piezas se abordará primero algunas aclaraciones de conceptos. Así mismo se señalan los distintos tipos de intervenciones, los criterios seguidos, y los productos y materiales empleados y su aplicación a distintos materiales.

### 16.5.1 Definición y tipos de intervención

---

María Teresa Pastor Valls en su tesis "Estudio de sistemas y tratamientos de estabilización de capas pictóricas no protegidas en pintura contemporánea" de 2013, aborda este tema e intenta aclarar algunos términos que a menudo se utilizan como sinónimos como por ejemplo adhesión, consolidación, fijación, etc. En este caso se añaden algunos términos más, relacionados con las operaciones necesarias en las intervenciones de taxidermia.

#### 16.5.1.1 Definiciones

- **Estabilizar/Estabilización:**

**Estabilizar:** "Dar a alguna cosa estabilidad. Estabilidad: (...) f. Permanencia, duración en el tiempo; firmeza, seguridad en el espacio. Estabilización: F. Acción y efecto de estabilizar". (RAE, 1998, citado por Pastor, 2013, p. 46)

- **Adherir/Adhesión:**

**"Adherir:** (...) Pegar una cosa a otra. Adhesión: F. adherencia: 2. Acción y efecto de adherir o adherirse, (...); 4. Fís. Fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química" (RAE, 1998, citado por Pastor, 2013, p. 46).

- **Consolidar/Consolidación**

**"Consolidar:** (...) tr. Dar firmeza y solidez a una cosa. 3. fig. Reunir, volver a juntar lo que antes se había quebrado o roto, de modo que quede firme. Consolidación: "F. Acción y efecto de consolidar o

consolidarse". Consolidativo, va.: Adj. Dícese de lo que tiene virtud de consolidar" (RAE, 1998, citado por Pastor, 2013, p. 46).

Las normas UNE la contemplan como: "Mejora de la cohesión interna o estabilidad mecánica, generalmente incluyendo la adición de material. (...). Nota: Cuando sólo se considera la estabilidad mecánica, también se utiliza el término "refuerzo"". (Normas UNE (AENOR), 2012, p. 14)

Recordar las palabras de Boito cuando acepta la restauración como forma de consolidación. Esto puede incluir la colocación de peanas y otros elementos sustentantes (adición).

- **Fijar/Fijación**

"**Fijar:** (...). tr. Hincar, clavar, asegurar un cuerpo en otro. 2. Pegar con engrudo o producto similar; (...). 3. Hacer fija o estable alguna cosa. 6. Albañ. Fijar las piedras cuando están calzadas, introduciendo el mortero en las juntas mediante una fija o paleta. 9. Histol. Impregnar preparaciones celulares... 10. Pint. Hacer que un dibujo, pintura, etc., quede inalterable a la acción de la luz o de otros agentes atmosféricos". Fijación: "F. Acción y efecto de fijar o fijarse (...)" Fijador, ra.: "adj. Que fija. 5. Fotogr. Líquido que sirve para fijar. 6. Pint. Líquido que, esparcido por medio de un pulverizador, sirve para fijar dibujos hechos con carbón o lápiz" (RAE, 1998, citado por Pastor, 2013, p. 46-47).

- **Impregnar/impregnación**

**Impregnar:** (...) Hacer que penetren las partículas de un cuerpo en las de otro, fijándose por afinidades mecánicas o fisicoquímicas... 2. Empapar, mojar una cosa porosa hasta que no admita más líquido". Impregnación: "F. Acción y efecto de impregnar o impregnarse...". (Pastor, 2013, p. 47).

María Teresa Pastor señala que a excepción de "adherir" las demás definiciones dadas son prácticamente sinónimas, y "fijar" además, tiene una connotación amplia que cubre tanto la acción de adherir como de consolidar (Pastor, 2013).

- **Soldar**

"1. tr. Pegar y unir sólidamente dos cosas, o dos partes de una misma cosa, de ordinario con alguna sustancia igual o semejante a ellas. U. t. c. prnl" (RAE, 2012., párrafo 3).

- **Cosido:**

El término cosido en restauración tiene dos acepciones señaladas: aquella utilizada en tejidos y la utilizada en arquitectura/escultura sobre piedra.

El primero: "Unir con hilo dos piezas de tejido o un objeto a una pieza de tejido, generalmente sirviéndose de una aguja" (Diccionario Manual de la Lengua Española Vox, 2007, citado por Thefreedictionary, (s.f.), párrafo 1).

El segundo: "Unir con grapas". (Diccionario Manual de la Lengua Española Vox, 2007, citado por Thefreedictionary, (s.f.), párrafo 3). En escultura desde la antigüedad se han utilizado elementos metálicos para unir piezas sueltas. Actualmente como se verá más adelante se utilizan además otros materiales.

### 16.5.1.2 Criterios de intervención

Es difícil establecer o presentar los criterios en un capítulo que reúne diversas operaciones curativas, ya que éstas difieren ligeramente entre unos materiales y otros y de unos procedimientos a otros, condicionadas por el tipo de material a intervenir.

Así mismo los criterios de reversibilidad e inocuidad del tratamiento no son fijos, sino que se aplican de diversa manera en función del tipo de material sobre el que se interviene.

En las operaciones a acometer, de acuerdo a los daños presentes se podrán adoptar soluciones, más acordes a la problemática y características del caso en cuestión. Por ejemplo, en un daño estructural podemos remitirnos a las recomendaciones de intervención en escultura e inclusive a las empleadas en arquitectura seguidas en la actualidad, que parten de las directrices de las cartas de Atenas y Venecia. Por ejemplo, la Carta de Atenas aprueba la reconstrucción por anastilosis (reconstrucción con los fragmentos originales del objeto aceptando la inserción de material nuevo para permitir la unión de éstos), reconstrucción que supone así mismo una consolidación.

En el decálogo del MCU en el apartado quinto se indica que:

“La consolidación se realizará con productos y métodos que no alteren las propiedades físico químicas de los materiales, ni la estética de la obra y se localizará solo donde se precise” (MCU, 2007, p. 2).

Aunque en ningún texto normativo aparece textualmente, si se puede comprobar que se acepta “la mutilación” del bien cultural si responde a una necesidad de preservación mayor o para asegurar que no constituya un riesgo para los seres humanos, como en el caso de la arquitectura o la escultura. Por ejemplo aquellas operaciones estructurales en las que se introduce un material de refuerzo como en los cosidos o la inserción de espigas, donde debe hacerse una oquedad para alojar las mismas.

Conviene tener en cuenta además que la adición de materiales a un objeto patrimonial complica su uso y conservación futura. Se debe agotar otras opciones antes de su aplicación y optimizar la técnica empleada, entendiendo las propiedades físicas y químicas tanto del objeto, del adhesivo y sus interacciones a largo plazo (Horie, 2009).



### 16.5.1.3 Tipos de intervención

Como se ha señalado, en la restauración de especímenes naturalizados hay pocas publicaciones e investigaciones y muchos tratamientos aplicados han sido recogidos de otro tipo de colecciones con una trayectoria en conservación curativa mayor.

Allyson Rae, 2002 señalaba que los métodos de restaurar pieles de aves en el British Museum, se habían desarrollado a partir de la experiencia en otras disciplinas como el tratamiento de otras pieles (cueros, tripas, etc.), textiles o cestería (Rae, 2002), aunque aún hay muchas áreas que se desconocen como es el envejecimiento de la piel o los tratamientos empleados, que determinarán el desarrollo de estas habilidades (Rae, 2002).

Uno de los aspectos que diferencian el tratamiento de especímenes naturalizados de la mayoría de objetos etnográficos es la dificultad de acceso en la reparación de la casi totalidad de los daños, inclusive en la piel, donde todos los trabajos deben hacerse desde el anverso de ésta. Algunas experiencias en objetos de difícil acceso ayudan a adaptar los tratamientos seguidos sobre objetos etnográficos a las colecciones de historia natural.

Las operaciones que se pueden realizar según las definiciones anteriores son:

- **Colocación de parches, injertos y forraciones**
- **Cirugía y microcirugía; cosidos aplicados a elementos textiles.**
- **Soldadura**
- **Consolidación**
- **Fijación y adhesión**
- **Cosido (aplicado a elementos pétreos).**

#### 16.5.1.3.1 Colocación de parches, injertos y forraciones

¿Qué es un parche?

"1. m. Pedazo de tela, papel, piel, etc., que se pega sobre una cosa, generalmente para tapar un agujero". (RAE, 2012, párrafo 1).

¿Qué es un injerto?

"4. m. Med. Fragmento de tejido vivo que se implanta en una parte del cuerpo para reparar una lesión, o con fines estéticos" (RAE, 2012, párrafo 4).

"Pieza que se adapta a una falta de soporte para su reintegración" (Madrona, 2015, p. 330).

¿Qué es una forración?

En pintura, forración: "1. f. Procedimiento para reforzar y hacer flexibles las pinturas sobre lienzo, adhiriéndoles otro mediante un engrudo especial, caseína, etc., con el empleo de rodillos o planchas, moderadamente calientes". (RAE, 2012, párrafo 1).

Forrar: "1. tr. Poner forro a algo". (RAE, 2012, párrafo 1).

#### 16.5.1.3.2 Cirugía y microcirugía: Cosidos

¿Qué es la cirugía?

"Se denomina cirugía (...) a la práctica que implica manipulación mecánica de las estructuras anatómicas con un fin médico, bien sea diagnóstico, terapéutico o pronóstico". (Wikipedia, 2015, párrafo 1).

¿Qué es la microcirugía?

"f. Cualquier técnica quirúrgica que se basa en la utilización de un sistema de aumento óptico para ampliar la capacidad visual del cirujano". (Clínica Universidad de Navarra, 2015, párrafo 1).

"f. Cirugía que se realiza con microscopio y micromanipuladores" (Diccionario de la Lengua Española Espasa Calpe, 2005, citado por wordreference, (s.f.), párrafo 6).

"f. Cirugía realizada con micromanipuladores". (RAE; 2012, párrafo 1).

Esta técnica en textiles se refiere a utilizar técnicas que no se aplican en piel pero aunque se hace referencia en esta tesis no tiene actualmente verdaderas aplicaciones en especímenes montados.

¿Qué es la Sutura?

"Es cualquier tipo de material usado para aproximar tejidos y mantenerlos firmes en aposición.

El acto de suturar está orientado a vencer las tensiones o fuerzas que tienden a separar los bordes de la herida (en este caso desgarró) y a evitar el movimiento de deslizamiento entre ellos" (Vargas, 2012, diapositiva 2).

#### 16.5.1.3.3 Soldadura

Una soldadura en restauración tiene varias acepciones que en ocasiones se solapan con la adhesión. Varían con el tipo de material y puede hacerse con metodologías y materiales diversos.

En metales por ejemplo puede recurrirse a la definición que aporta Ana Calvo: "el proceso de unir metales por calentamiento a temperaturas apropiadas, y a veces, con el empleo de un metal de relleno. (...). La soldadura por ultrasonidos no necesita calor sino simplemente una ligera presión" (Calvo, 1997).

En plásticos por ejemplo, comprende operaciones como el fundido por calor, o por disolventes de la junta de unión e inclusive cuando se emplea un adhesivo. En pintura sobre lienzo, existe una modalidad desarrollada por Petra Demuth principalmente, que se conoce como microsoldadura o microcirugía textil y consiste en la colocación de hilos impregnados con un adhesivo para "soldar" rasgados en la tela. Ésta como se verá más adelante ha sido adaptado para el tratamiento de plumas en colecciones etnográficas.

### 16.5.1.3.4 Consolidación

"Tratamiento (...) destinado a devolver la cohesión o consistencia a los materiales de las obras, perdida por diferentes causas, y que se puede manifestar por su estado pulverulento" (Calvo, 1997, p. 64).

El consolidante debe ser compatible con la pieza a tratar, ser químicamente estable, no cambiar la apariencia de la pieza tratada, mantener la flexibilidad inherente de tejido (Montesinos et al., 2008), en este caso la piel, ser reversible (dentro de lo posible), resistir los cambios ambientales y que el método de aplicación no perjudique a la obra (Montesinos et al., 2008).

### 16.5.1.3.5 Fijación y adhesión

En pintura la fijación se entiende como el "tratamiento que permite adherir las capas pictóricas de un objeto. Cuando la fijación se refiere a una capa que se encuentra en estado pulverulento se denomina más propiamente consolidación" (Calvo, 1997, p. 99). Esta definición es igualmente aplicable a otros materiales como las capas que se han separado en algunos tejidos queratinosos u óseos, e inclusive en la piel.

Este proceso se puede llevar a cabo bien porque se ha producido un deterioro o cuando se va a realizar otra operación de conservación curativa, como por ejemplo en restauración de papel cuando se fijan las tintas antes de introducir el papel en un baño (Calvo, 1997).

#### 16.5.1.4 Productos y Materiales

##### 16.5.1.4.1 Sustancias poliméricas

A menudo distintos conceptos se utilizan como sinónimos, entre ellos adhesivo, consolidante o aglutinante. En realidad aunque pueda utilizarse los mismos productos, éstos cumplen funciones diferentes y como tales presentan también características propias como la viscosidad, que jugará un papel importante en la penetración, entre otras.

¿Qué es un adhesivo? ¿Qué es un consolidante? ¿Qué es un aglutinante?

##### **Adhesivo:**

"Sustancia que, interpuesta entre dos cuerpos o fragmentos, sirve para pegarlos". (RAE, 1998, citado por Pastor, 2013, p. 146).

Velson Horie lo define como:

"Sustancia capaz de unir materiales por enlace de su superficie (adhesión)". (Horie, 2009, p. 26).

Una unión entre dos materiales no utiliza necesariamente un adhesivo. La unión se puede lograr mediante un enlace mecánico o por una adhesión. La adhesión requiere de la humectación de la superficie adherente por un líquido, curándose el líquido para formar un adhesivo que impide el movimiento en la unión, teniendo la capacidad de adaptarse a las tensiones en la interfaz del enlace (Horie, 2009).

##### **Consolidante:**

"Sustancia capaz de penetrar en la estructura de un material y cohesionarlo aumentando sus resistencias mecánicas en mayor o menor medida" (Muñoz et al., 2014, p. 108).

##### **Aglutinante:**

"Sustancia líquida con poder aglutinante. Medio en el cual se diluye un pigmento para que adquiera solidez una vez transcurrido el tiempo de pasado". (Madrone, 2015, p. 28).

Las sustancias aglutinantes, adhesivas o consolidantes pueden ser la misma pero variando su viscosidad entre otros aspectos. Las sustancias consolidantes deben ser muy fluidas, las aglutinantes intermedias y las adhesivas más espesas.

Al considerar un tratamiento se debe meditar si realmente es necesario o si responde a un atajo frente a un problema subyacente de más difícil resolución (Horie, 2009).

Algunos criterios sobre las características que tiene que tener un adhesivo<sup>741</sup> son (McCoy, 2009):

- Su aplicación no debe dañar al objeto
- El proceso de ajuste no debe dañar al objeto ni física ni químicamente

---

<sup>741</sup> Cuando hablamos de adhesivos nos referimos a los materiales empleados tanto en operaciones de adhesión, consolidación o fijación.

- El material debe ser removible sin dañar el objeto
- La aplicación no debe perjudicar al trabajador
- El adhesivo debe ser claro y cristalino y debe permanecer igual.
- Debe ser lo suficientemente fuerte y no alterarse como para convertirse en irreversible.

Muchos materiales se añaden al ejemplar a lo largo de la vida del mismo. A menudo estas adiciones no están documentadas. Dichos productos van a interaccionar entre sí y con el objeto. Por ello, el proceso de planificación en la intervención es necesario y se debe centrar en la eficacia a largo plazo. Cualquier adhesivo (sustancia) aplicada debe ser documentado. La forma de reversión es un factor que se debe considerar en la planificación (Horie, 2009).

A la hora de emplear un adhesivo se debe tener en cuenta factores como el pH, el peso molecular<sup>742</sup>, la Tg<sup>743</sup>, las propiedades mecánicas (tensión-deformación)<sup>744</sup>, entre ellos la reversibilidad y la elasticidad o características específicas, como por ejemplo adhesión frente a grasa, sales, etc.

Propiedades mecánicas de polímeros típicos				
Polímero	Módulo de Young MPa (modulo de elasticidad)	Fuerza final (MPa)	Extensión final	Tg (° C)
Goma de silicona	3	5	500	-125
PE (LDPE)	166	10	620	-20
PVAc	1200		15	17-25
PMMA	2600	65	4	105
Horie (2009, p. 28)				

Esto implica la función del adhesivo (destinado a efectuar una reparación estructural o estética), las condiciones en las que se va a exponer o mantener el espécimen tras la intervención, la frecuencia de uso, el tipo de soporte y el grado de estabilidad de éste.

<sup>742</sup> Los polímeros poseen dos propiedades principales que los diferencian de otros materiales como son el peso molecular y la temperatura de transición vítrea (Tg). El peso molecular afectará a las propiedades mecánicas del polímero (cuanto más grande es el tamaño de las moléculas (alto peso molecular), más fuerte, flexible y viscoso es en estado fundido y en disolución. Dentro del mismo tipo de resina se pueden encontrar distintas formulaciones con diferente grado de viscosidad, fuerza o presentación (Horie, 2009). El alto peso molecular tiene relación también con la Tg. Al calentar un polímero, éste se puede volver plástico y moldeable y con un calentamiento, adicional fundirse (Horie, 2009).

<sup>743</sup> Cada polímero tiene una Tg característica. Algunos polímeros que poseen una Tg muy baja son flexibles a temperatura ambiente como la silicona. Los adhesivos con mejores propiedades suelen tener una Tg que se encuentra dentro de rangos de temperatura ambiente como el PVAc (Horie, 2009).

<sup>744</sup> Las propiedades mecánicas del adhesivo también son importantes, especialmente como interactúa éste con el objeto (Horie, 2009). Estas propiedades como la tensión (fuerza) y la distorsión (deformación) son medibles, y el objetivo de las diversas formulaciones de los adhesivos es “garantizar que todas las fuerzas mecánicas se disipen en el adhesivo y no se concentren en el objeto, que conllevará el daño de éste” (Horie, 2009, p. 28).

Respecto a lo anterior, señalar que el empleo de un adhesivo por ejemplo epoxídico en una grieta en la piel no está justificado ya que este material es altamente irreversible; sin embargo en una reparación estructural como ya se ha dicho sí podría admitirse si se prima la seguridad e integridad física de las personas que van a circundarlo o la del propio espécimen, siendo desastroso el derrumbe del mismo.

Se debe tener en cuenta además que adhesivos y otros productos considerados adecuados para usar en la conservación de objetos patrimoniales, tras varios años, han variado sus propiedades amarilleando hasta volverse naranja brillante<sup>745</sup> (McCoy, 2009).

McCoy recomienda ser escépticos frente a los materiales que se recomiendan y mantener una estrecha vigilancia de cara a los cambios que se puedan producir (McCoy, 2009).

Conviene considerar cuando ya se ha hecho la unión, cómo fallan los adhesivos o cómo se requiere que fallen. A esto se le llama fallo adhesivo. Puede ocurrir de diversas maneras, una de ellas es dejando un poco de restos en la superficie del objeto debido a que la adherencia a éste es más fuerte que la cohesión interna del adhesivo. El peor caso es cuando se produce el daño en el material a adherir, fracturándose el objeto (Horie, 2009), debido a que la fuerza interna del adhesivo es mayor. Esta cuestión es importante, por ejemplo, en grietas en la piel, donde es preferible que falle el adhesivo volviéndose a abrir la grieta restaurada, produciéndose la fractura en el adhesivo, a que esta unión cree tensiones nuevas y se abra una nueva grieta por otro lado.

Hay que tener en consideración los mecanismos implicados en la formación de la unión como son el enfriamiento de una masa fundida (adhesivos termoplásticos), o la rigidificación a partir de la evaporación del disolvente o el dispersante de la mezcla (colas animales con la evaporación de agua, o del disolvente en otros adhesivos), o la reacción química entre dos o más componentes, como las resinas epoxídicas (Horie, 2009).

El proceso de "curado" de los adhesivos puede ser rápido (segundos) o lento (semanas). Las formulaciones pueden adecuarse a los métodos usados para hacer la unión más manejable (por ejemplo, la resina epoxi que es muy viscosa necesita mucho tiempo para fluir y mojar los intersticios de la superficie a adherir, sin embargo un cianocrilato mucho menos (Horie, 2009).

Otra cuestión a tener en cuenta es si encoge el adhesivo durante la unión. La mayoría lo hacen, excepto aquellos que son sensibles a la presión como por ejemplo la cinta celo, y es importante saber cuánto encogen ya que esto puede afectar a la resistencia de la unión o al objeto (McCoy, 2009).

#### *Vida útil y envejecimiento*

Con el paso del tiempo se produce la interacción entre el objeto, el adhesivo y los distintos parámetros medioambientales, deteriorándose el polímero (polimerización, escisión de las cadenas poliméricas, amarilleamiento, encogimiento, etc.) El objeto puede corroerse, distorsionarse, o puede emanar productos de degradación. El resultado de todos estos procesos es que la adhesión se debilita, sin mostrar signos externos o perdiéndose, fallando la unión.

---

<sup>745</sup> Se desconoce el tipo de adhesivo al que se refiere el autor.



Feller en 1978, propuso una vida útil de los distintos materiales que iba de menos de 6 meses, (clase T), a los 500 años (clase A1). Dada la imposibilidad de eliminar por completo los distintos tratamientos se debe utilizar adhesivos con una vida útil de al menos 20 años (clase B). Esta clasificación está referida al conjunto total, no solo al adhesivo ya que las condiciones de almacenaje influyen en dicha vida útil (Horie, 2009).

### 16.5.1.4.2 Tipos de adhesivos

A lo largo de la historia y actualmente existen infinidad de adhesivos de naturaleza y propiedades muy diferentes. De hecho existen numerosas marcas comerciales con distintas variantes que hace que van a dar un abanico muy rico para poder adaptarlos a distintos materiales y circunstancias determinadas en función del tipo de solvente que utilicen, parámetros como la penetración, temperatura, acuosos o no acuosos etc.

Los beneficios y desventajas de cada uno deben considerarse teniendo en cuenta las investigaciones existentes y las particularidades de cada objeto, sin aplicar a la ligera un tratamiento aplicado a otro objeto patrimonial (Horie, 2009).

Grosso modo según su naturaleza, las distintas sustancias poliméricas se pueden clasificar en:

TIPOS DE ADHESIVOS (ALGUNOS)		
NATURALEZA	ORIGEN	TIPO
Naturales	Origen mineral	Cementos y colas
	Origen animal	Colas naturales, de piel, de esturión, etc.
	Origen vegetal	Funori
Semisintéticos	Éteres de celulosa	Carboximetilcelulosa
		Hidroxiethylcelulosa
	Ésteres de celulosa	
Sintéticos	Reinas polivinílicas y derivados vinílicos	Acetato polivinílico PVAc
		Alcohol polivinilo PVAI
		Resinas de Polivinil Butiral
		Copolímeros de etilen vinilacetato EVA
	Acrílicas	
	Epoxídicas	
	Poliámidas	
	Recopilación de adhesivos de Pastor, M. (2013), Rivas, J. (2009)	

Algunos de los adhesivos más empleados se desarrollan a continuación con sus variantes para poder ver sus diferencias

- **Colas animales**

Las colas animales han sido ampliamente utilizadas en la preparación y construcción de distintos objetos, y en la conservación y restauración de objetos patrimoniales incluidos las colecciones de historia natural (Schellmann, 2009).

Existe en el mercado una gran variedad de colas animales que van desde cola fuerte, cola de huesos, cola de pescado, cola de esturión o gelatina. Todas ellas tienen propiedades diferentes y son apropiadas para usos específicos (Schellmann, 2009).

Cuando se usa una cola animal se debe tener en cuenta aspectos como la fuerza gel<sup>746</sup> también conocido como número Bloom, la temperatura de desnaturalización de la proteína (Td)<sup>747</sup> que varía de unos tipos a otros y el peso molecular de las proteínas que conferirán propiedades distintas como la fuerza de cohesión o la temperatura a la que una cola adhesiva se licua.

Las colas fuertes tienen mayor fuerza cohesiva que las colas de hueso que están fuertemente desnaturalizadas, muestran menos resistencia a la tracción y son más frágiles. La gelatina de los mamíferos produce fuerzas de gel superior a las especies marinas. La cola de pescado presenta una resistencia a la tracción más frágil que las colas de mamíferos (Schellman, 2009).

En condiciones de HR baja, en las colas de baja fuerza de gel se verán afectadas las propiedades mecánicas; sin embargo las colas de alta fuerza de gel se mantienen mejor. Esto es debido a que con alta HR se da una renaturalización de las moléculas de proteína aumentándose la tensión en la matriz de colágeno tras el secado. Las colas altamente renaturalizadas tienen una estructura molecular más elástica compensando las tensiones internas mejor que las colas con fuerza baja de gel. De todas las colas, la cola de esturión es la que conserva mejor sus propiedades de envejecimiento seguido por la gelatina de mamífero, que permanece más elástica y resistente, además de presentar menos cambios dimensionales que cualquier otra cola (Michel et al, 2002, citado por Schellmann, 2009).

---

<sup>746</sup> La fuerza cohesiva de la cola se determina por su estructura molecular y la unión intermolecular expresada en valores Bloom. (Schellmann, 2009).

La resistencia de gel está influida por el peso molecular de las moléculas de proteína, por la composición del polímero químico que varía con la fuente de colágeno y con el proceso de fabricación, por su concentración en la solución y por la temperatura que afecta al nivel de desnaturalización (Kozlov y Burdygina, 1983, Horman y Schlebuschm 1971, citado por Schellmann, 2009). La fuerza gel refleja las propiedades de uso de la cola, como viscosidad, capacidad de penetración, velocidad de curado y resistencia de la unión final. De esta manera las colas con un peso molecular alto tienen mayor resistencia gel, son más viscosas, penetran menos, gelifican más rápidamente y producen enlaces más fuertes (Schellmann, 2009).

<sup>747</sup> La temperatura de desnaturalización del colágeno (Td) depende de la estructura química de las proteínas. El colágeno de los mamíferos suele tener mayor Td (40-41°C) respecto al los peces que tiene una Td muy inferior (Holmgren 1998, citado por Schellmann, 2009). Las especies de peces de agua fría (como el balcalao) se desnaturalizada a 15 °C aprox., mientras que las especies de agua calida que forman el isinglass tiene una Td de hasta 29°C (Haug et al, 2004, producto Norlands, citado por Schellmann, 2009).

Las colas animales se hinchan en presencia de humedad, e inclusive tras siglos siguen siendo solubles, a no ser que hayan desarrollado una fuerte reticulación interna de las moléculas de proteína, al haber sido tratadas deliberadamente para ello o fortuitamente frente a sales metálicas, formaldehído u otros agentes curtientes. En general las colas fuertes o de pescado comercializadas en forma líquida pueden contener aditivos desconocidos que favorecen el entrecruzamiento, haciendo que la cola se vaya volviendo más insoluble (Schellmann, 2009).

Las colas animales no reaccionan bien en condiciones de baja HR ya que se contraen y se fragilizan. Con HR alta su elasticidad se reduce y se incrementa el estrés en la cola (McCoy, 2009).

La presencia de impurezas en las colas dan lugar a menor resistencia gel y tenderán a amarillear y oscurecerse con el tiempo (Nanke, s.f., citado por McCoy, 2009).

Las ventajas de la cola animal es que al tener una naturaleza similar a la piel de mamíferos, necesitar condiciones medioambientales similares de conservación (McCoy, 2009).

Si el espécimen es claro o transparente se recomienda el uso de gelatina pura o cola de pescado para evitar que se note la restauración (McCoy, 2009). Esta recomendación puede ser aplicable en las restauraciones de zonas translucidas como alas de murciélago u orejas de conejos.

- **Resinas Vinílicas**

Son polímeros sintéticos que se obtienen a partir de derivados vinílicos y que se clasifican según el tipo de radical que contenga la molécula, en cloruro de polivinilo, acetato de polivinilo o alcohol polivinílico entre otros (Calvo, 1997).

De entre ellas una de las más usadas es el PVAc en muchas de sus variantes comerciales, por ejemplo el Evacon R que ha dado muy buenos resultados en conservación de distintos tipos de objetos patrimoniales. McCoy, 2009, refiere en contrapartida, que el Evacon-R<sup>748</sup> empleado en colecciones historia natural es difícil de aplicar, se seca muy rápido y se ve afectada por la temperatura (McCoy, 2009).

Desde 1993 empezaron a usar PVA, resina flexible termoplástica utilizada en objeto que tiene material orgánico. También puede ser usado en hueso, conchas y astas. Tiene buena adhesión, es soluble en agua, estable y duradero pero no es el adhesivo perfecto (McCoy, 2009).

- **Resinas de Epoxídicas**

Son polímeros sintéticos que resultan de la unión de epiclorhidrina y polialcoholes. La mezcla entre los dos componentes forman una resina que suele ser termoestable, aunque existen variantes termoplásticas que se emplean en restauración de vidrio (Calvo, 1997, p.191).

---

<sup>748</sup> Emulsión acuosa a base de un copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA). Posee un pH neutro ya que presenta una reserva alcalina para prevenir la hidrólisis ácida del producto (Muñoz et al., 2014)

- **Otros adhesivos**

La celoidina<sup>749</sup> puede usarse como cemento para pegar especímenes IMS? Al vidrio, colocar etiquetas desprendidas a frascos de vidrio, hueso, volver a colocar las extremidades de artrópodos, esponjas o medusas (McCoy, 2009).

Otros adhesivos no son adecuados como por ejemplo la metilcelulosa que es estable pero débil, o la pasta de almidón de trigo que es inestable y atrae a las plagas (McCoy, 2009). El látex utilizado en el pasado, no se debe usar en material orgánico; se ha usado porque es soluble en agua, no pega rápido y establece una unión muy fuerte (McCoy, 2009).

Actualmente se están investigando nuevos productos, como la aplicación de la nanotecnología en la creación de adhesivos que ofrece cualidades muy diferentes a los mismos productos con un tamaño de partícula mayor o los biomateriales. Pero no solo se encuentran las sustancias adhesivas empleadas en la Conservación-restauración de obras de arte, sino que en otros sectores se emplean adhesivos que podrían ser aplicables a las colecciones de historia natural que se debería investigar. Como ejemplo puede señalarse los adhesivos tisulares empleados en medicina o en la industria alimentaria<sup>750</sup>. El problema que plantea este último producto al igual que las colas animales, es que al ser de la misma naturaleza que el material original en caso de tratarse de piel, la reversibilidad y el reconocimiento son cuestionables.

#### 16.5.1.4.3 Materiales de refuerzo

Para reforzar la adhesión en muchas ocasiones se requiere la incorporación de un material que ayude a este fin. Para poder facilitar la comprensión, en esta tesis se va a dividir los materiales empleados para "restaurar", entre lo que se consideran objetos/materiales o tejidos "bidimensionales" como el papel o la piel, y aquellos destinados a reforzar las uniones en materiales "tridimensionales" como podría ser un cuerno, el cuerpo interno de un animal naturalizado o una peana de madera, como por ejemplo las espigas. En ocasiones algunos materiales como los imanes de neodimio pueden destinarse tanto a elementos bidimensionales como tridimensionales.

---

<sup>749</sup> Viene en diferentes formas incluyendo piroxilina y necoloidine.

<sup>750</sup> Éstos son usados en cirugía para cerrar laceraciones, incisiones o heridas traumáticas como una alternativa al uso de suturas y grapas (Wikipedia, 2015). Por otro lado existe un adhesivo para carne en la industria cárnica, llamado Fibrimex (patente holandesa que se utiliza en Holanda y EEUU desde hace más de 15 años), que adhiere entre sí trozos de carne proporcionando juntas de unión que apenas se distinguen. El sellado de la carne se hace de forma natural a partir de plasma de cerdo y vaca del que se extrae fibrinógeno y fibrina. La fibrina interactúa con el colágeno de la carne uniendo los distintos fragmentos. (fuente).

#### 16.5.1.4.3.1 Tejidos: Telas, papeles y piel

En muchas ocasiones las operaciones descritas (injertos, parches o forraciones) no serían posibles si no empleáramos un material de refuerzo que diera mayor consistencia durante la estabilización.

Entre estos materiales se pueden encontrar distintos tejidos sin tejer, tejidos (telas), papeles o pieles. Cada uno de ellos presenta unas características que serán apropiados para unos trabajos o para otros, determinados por el tipo de deterioro, las condiciones medioambientales en que se mantendrá el espécimen, el tipo de espécimen, la zona del animal y naturaleza del material a restaurar.

Dentro de los materiales textiles se diferencian entre los tejidos sin tejer que no presentan direccionalidad en las fibras o las telas que, están tejidas y presentan una dirección horizontal y vertical (trama y urdimbre). La existencia de esta direccionalidad provoca que las telas se comporten de manera anisotrópica respondiendo de manera diferente frente a la humedad según la dirección. Esto debe tenerse en cuenta a la hora de emplearlas y, adaptarlas a la propia direccionalidad de la piel para, como se ha comentado en el capítulo 4, no crear tensiones inadecuadas.

En ocasiones estos materiales no pueden ser aplicados por el reverso sino solo por el anverso convirtiéndolos en una especie de injerto o considerándose o funcionando como una reintegración volumétrica e inclusive cromática, por ello serán abordados también en el siguiente capítulo.

En la siguiente tabla se presenta el tipo de fibras que componen las telas y los tejidos comúnmente usados en soporte textil:

TIPO DE FIBRAS TEXTILES <sup>751</sup> (EMPLEADAS EN TEXTILES)		
<b>Naturales</b>	Vegetales (celulósicas)	Algodón (de la semilla) / Lino, ramio, yute, cáñamo (del tallo) / Sisal, Pita y esparto (de las hojas)
	Animales (proteicas)	Lana (oveja)/ Pelo (cabra, conejo, camélidos)/ Insectos (Bombyx Mori, Antherea Mylitta, Antherea Pernyi)
	Minerales	Amianto/Vidrio/ Metal (Oro, plata, cobre y acero)
<b>Semisintéticas</b>	Base celulósica	Viscosa, Rayón, AcetatoModal
	Caucho	Hilos de goma
<b>Sintéticas</b>	Vinílicas	Acrílicas/ Poliolefinas, Polietileno, Polipropileno/ Clorofibras/ Fluorofibras
	No vinílicas	Poliamida: Nylon®, Kevlar®.../ Poliéster/ Poliuretano

<sup>751</sup> Sotelo-León, M. y López, M (2012).



- **Papeles**

### *Papel japonés*

El papel japonés tiene numerosas utilidades dentro de la conservación y restauración de obras de arte especialmente en la restauración de documento gráfico.

Se utilizan tres plantas principales en la manufactura del papel japonés: Kozo, Mitsumata y Gampi. Las fibras de estas plantas son largas y fuertes dando lugar a tejidos muy resistentes de diferentes grados y pesos expresados en grs x m2. (gms.). Los tejidos hechos a mano son de mejor calidad que los industriales presentando los segundos más nudos en las fibras, partículas no deseadas de material vegetal y una estructura de fibra mal alineada (Moore, 2006).

Por su finura y resistencia este tipo de papeles son apropiados para el uso en taxidermia y otras parcelas de historia natural (Moore, 2006).

Las cualidades que debe reunir el adhesivo empleado junto al papel japonés es que debe penetrar dentro del tejido, así que debe ser bastante fluido, y curar lentamente; además debe tener un pH neutro. El PVA de pH neutro reúne estos requisitos, haciendo además un enlace fuerte con el tejido (Moore, 2006).

Otra de las virtudes del papel japonés es que no se descompone cuando está mojado o en contacto con un adhesivo acuoso siendo ideal para cualquier trabajo de reparación. La mezcla de tejido y adhesivo funciona como una unión estable y fuerte tanto con y entre los ácidos de proteínas/aminoácidos de los tejidos de los animales como en la estructura a base de celulosa de plantas sin formar reticulaciones químicamente irreversibles entre ellos al ser materiales químicamente incompatibles (Moore, 2006).

Se recomienda si las reparaciones van a ser visibles, mejor romper las tiras que cortarlas porque los cortes rectos son más difíciles de disimular, inclusive cuando se pintan (Moore, 2006).

Se pueden utilizar varios tipos y grados de papel japonés en función de la zona a cubrir y del tipo de animal así que si no se está seguro hacer una prueba previa (Moore, 2006)

### *Papeles/tejidos preparados*

Comercialmente, existen en el mercado algunos papeles o tejidos que vienen ya preparados y se emplean para otros usos, que podrían ser adaptables a las colecciones de Historia Natural con una debida investigación. Entre ellos estarían los puntos de aproximación (papel con adhesivo) Steri-Strips® y 3M's Micropore Brand (antecedente), (3M, 2009), empleados para aproximar los bordes en heridas en seres vivos. La ventaja que presenta este material es que es flexible, no está tejido, es poroso, tiene fuerza y presenta un adhesivo inocuo para la epidermis (hipoalergénico). Además es reversible con agua, alcohol o acetona. La desventaja es que no se ha probado en conservación-restauración.

Otro material empleado tanto en restauración de documento gráfico como de lienzo es el Archibond tissue<sup>®752</sup>. Este material podría ser útil para realizar parches en zonas del espécimen finas o delicadas como alas de murciélagos u orejas. Aunque no ha sido empleado en especímenes naturalizados y debería testarse antes.

- **Pieles**

Para la restauración de especímenes naturalizados históricamente se ha empleado piel y cuero para reparar desgarros o forrar y parchear faltas. Esto también ha sido común en la restauración de otros objetos de piel y cuero y se sigue empleando.

En la confección de prendas de vestir en peletería que comprenden tareas como la selección y combinación de las pieles, el corte a tamaño y forma adecuados, la humectación para aplanar las costuras etc., el trabajo de corte es fundamental, y la piel de cada especie animal debe ser cortada y cosida de una manera determinada (Kite, 2006).

Esto debe tenerse en cuenta también cuando se elige el material para hacer un injerto, o cualquier otro tratamiento, porque como ya se ha visto la piel se comporta de manera diferente según el animal de donde se extraiga, el proceso de fabricación que haya tenido, especialmente el tipo de curtido y la zona del animal de donde provenga el fragmento.

Un ejemplo curioso puede verse en la restauración de una máscara de piel Janiform en *The National Gallery of Australia*, en 2009, donde los conservadores emplearon preservativos "condones" comerciales hechos de piel natural<sup>753</sup> durante el proceso de intervención como un material novedoso. Además probaron otros materiales como piel de batihojas fabricados con la membrana externa del intestino de ternero (McHugh, 2011). Una marca comercial de preservativos de piel natural es Naturalamb<sup>®754</sup>.

- **Otros tejidos**

Algunos tejidos naturales que actualmente se están investigando en la industria textil y en conservación de documento gráfico podrían ser útiles en las restauraciones de especímenes naturalizados.

Debemos tener en cuenta que el mercado está lleno de fibras de origen natural, sintético o artificial en otros sectores que pueden ser aplicables para el uso en colecciones de historia natural.

Algunos ejemplos de investigaciones sobre fibras naturales son las de Gustavo Ramón Plaza Boanza sobre las fibras de seda de araña en su tesis de 2004 "Comportamiento termo-higro-mecánico de las

---

<sup>752</sup> Tisú de papel Manila con un peso de 9.3g/m cubierto con una resina acrílica (Paraloid<sup>®</sup>). Muy transparente y fuere es idóneo para restauración de papel. Es reversible mediante el empleo de disolventes. Se comercializan distintas variedades que consisten en un adhesivo sobre distintos soportes (Archibond<sup>®</sup> tissue, fibras de Archibond<sup>®</sup>) (Polievert, s.f.).

<sup>753</sup> Los condones realizados en piel están hechos a partir del intestino grueso de las ovejas. La diferencia entre los condones y la piel de batihojas es que la segunda está laminada y la primera conserva todo su espesor (McHugh, 2011).

<sup>754</sup> Viendo la publicidad de estos preservativos en internet no entendía al principio porque hacían referencia al uso de los mismos por parejas monógamas hasta que en una página explicaban que al ser porosas no protegían contra enfermedades como el SIDA aunque sí de embarazos (los virus son más pequeños que los espermatozoides). Es importante valorar la cualidad de porosidad del tejido tanto positivamente como negativamente a la hora de su uso en conservación y restauración, ya que permite el paso de la humedad y también permite la transpiración.

fibras de seda de araña", en la que se presenta las cualidades de las fibras de seda de araña, que poseen gran resistencia y capacidad de deformación siendo muy útiles para soportar impactos (Plaza, 2004). Esto puede ser útil en el uso de suturas de piezas que se encuentran bajo grandes tensiones higrométricas adaptándose a los movimientos de la piel sin rajarla ni romperse.

Otro estudio sobre tejido es el de Halina Rosa, Alicja Strzelczyk, Elżbieta Jabłońska, Tomasz Koziół and Joanna Karbowska Berent sobre la adaptación de las nano fibras de bio celulosa para la restauración de papel, pergamino y textiles (Rosa, Strzelczyk, Jabłońska, Koziół y Karbowska, 2011). Este tipo de fibra (Celulosa Bacteriana (BC)), utilizada en la industria alimentaria, sanitaria y fabricación de papel es obtenida por la biosíntesis bacteriana del *Gluconoacetobacter xylinus* (Rosa et al., 2011).

Este material presenta gran resistencia y elasticidad, y tiene un alto contenido en celulosa pura con alto grado de polimerización, además de que puede ser modificado. En lugar del papel, la BC tiene una construcción estructural en forma de capas con mallas muy finas de microfibrillas con un espesor de decenas de milímetro (de menos de 100 nm.) (Rosa et al., 2011). Cuando la celulosa bacteriana se encuentra en suspensión se conoce en esta investigación como hidrogeles, pudiendo ser utilizados también como aglutinantes. Permite además la adición de otros productos como cargas, colorantes, cuero o metilcelulosa para variar sus propiedades, siendo especialmente positivas con la adición de metilcelulosa sobre las propiedades de suspensión y de formación de la hoja. La ventaja además de la suspensión de celulosa es que tiene muy buena adherencia frente al papel, la tela, el cuero y pergamino, reforzándose a la vez el tejido y el papel y no necesitando de la adición de aglutinantes, (Rosa et al., 2011).

#### 16.5.1.4.4 Estructuras: Alambres, palillos, varillas

Como ya se ha comentado en objetos tridimensionales las uniones se suelen hacer ayudándose con otros materiales "de refuerzo", ya que las piezas a unir son mucho más pesadas y voluminosas y no suelen aguantar por si solas la unión con un adhesivo. Además la rotura de estas piezas conlleva riesgos como ya se ha comentado. Por ejemplo históricamente en restauración de madera se han empleado espigas de este material, inclusive hierros o alambres. En piedra, varillas, grapas u otros elementos metálicos. Actualmente se están empleando varillas de fibra de vidrio o de carbono, (estas últimas más ligeras), más estables y resistentes.

Para reforzar la sujeción se suelen hacer con un cuerpo rugoso o estriado tanto en materiales metálicos por ejemplo las varillas de metal corrugado, así como con otros materiales plásticos como las de fibra de vidrio corrugado.

Otros elementos de refuerzo podrán verse en el apartado de plumas.

#### 16.5.1.4.5 Otros materiales de refuerzo o métodos de unión

- **Microimanes de neodimio**

Las primeras que realizaron en 2001 la patente<sup>755</sup> de este método de unión para restaurar objetos artísticos tridimensionales con partes desaparecidas en España fueron Marta Barandian, Fernando Bazeta, Pilar Legorburu Escudero, Carlos Venegas, y Enrique Martínez, de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco. Su función es la de facilitar el anclaje de prótesis y elementos desprendidos, causando el mínimo daño al material original durante la desunión o separación de los mismos; por ello son un material altamente reversible (Barandián, Bazeta, Legorburu, Venegas, y Martínez, 2001).

Actualmente se está llevando a cabo investigaciones sobre sistemas magnéticos para restaurar obras dañadas sobre probetas de material pétreo; se han estudiado las propiedades de tracción en función de la temperatura y combinando distintas configuraciones y número de imanes, y distancias entre ellos, calculando las fuerzas establecidas (estática) necesarias para realizar una unión óptima, conseguir una buena reversibilidad y minimizar el campo magnético exterior a las probetas. (Rodríguez, Mas-Barberà, Pérez, 2014).

#### 16.5.1.4.6 Hilos y herramientas de sutura

Los materiales empleados para hacer suturas suelen ser hilo y aguja. Éstos son de diferentes características y materiales en función de su uso.

Los hilos que se pueden usar en la restauración de taxidermia pueden provenir de diferentes sectores y comprenden varios tipos con naturalezas y características diversas, como pueden verse en la tabla adjunta:

TIPO DE HILOS DE SUTURA (SEGÚN ORIGEN)			
<b>Aquellos de la industria textil</b>		Hilo de nylon, hilo de seda entre otros	
<b>Aquellos de la industria pesquera (sedal)</b>		Poliamida, nylon, nylon flurocarbon, cáñamo, perlón, entre otros.	
<b>Aquellos de la industria sanitaria (hilos de sutura)</b>	Naturales	Origen animal	Catgut.- seda. - crin de Florencia
		Origen vegetal	Lino <sup>756</sup> . - algodón <sup>757</sup> .
		Origen mineral	Acero. - plata
	Sintéticos	Sintéticas	Poliamidas <sup>758</sup> – poliésteres <sup>759</sup> – polidioxanona - ácido

<sup>755</sup> Patente. “Método de restauración de objetos artísticos tridimensionales con partes desaparecidas” (ES 2 203 272 A1). 2004.

<sup>756</sup> Está formado por las fibras pericíclicas del tallo del lino. No posee un diámetro homogéneo en toda su longitud y tiene una resistencia alta en especial cuando se humedece.

<sup>757</sup> El algodón tiene una seguridad alta en el nudo, poca fuerza a la tensión y una alta reacción tisular.

<sup>758</sup> El Nylon: Usada desde 1940, es una fibra sintética de un polímero de poliamida y es el monofilamento no absorbible más usado en cirugía cutánea. Posee una fuerza tensil alta, propiedades elásticas excelentes y es económica. Tiene mucha memoria y por ello debe realizarse varios nudos para mantenerla en su lugar.

			poliglicólico - poliglactín 910 - polipropileno <sup>760</sup> . - polietileno
--	--	--	--

Remitiéndonos a las suturas médicas, algunas cuestiones que hay que tener en cuenta en la elección de un hilo, las cuales no todas son necesarias para la cirugía en animales montados, son la composición del material, la configuración<sup>761</sup>, el calibre<sup>762</sup>, la fuerza de tensión (fuerza tensil)<sup>763</sup>, la facilidad de manejo, la no propensión al crecimiento bacteriano, la esterilidad<sup>764</sup>, la fuerza de tensión del nudo<sup>765</sup> y la capacidad de anudado sin deshacerse éste<sup>766,767</sup>, la elasticidad y la plasticidad<sup>768</sup>, la memoria<sup>769</sup>, el coeficiente de fricción<sup>770</sup>, o la resistencia al encogimiento de los tejidos entre otras (Vargas, 2012).

Cada tipo de sutura presenta unas cualidades idóneas o no para el tipo de obra que se vaya a intervenir. Por ejemplo si se va a coser un espécimen que éste sujeto a numerosas variaciones de temperatura y humedad, es preferible que esta sutura sea elástica para evitar que en el movimiento la piel rompa por otro lado.

Tipo de hilos de sutura (según el acabado industrial)		
Monofilares <sup>771</sup>		Polipropileno – Poliamidas - Metálicas. - Polidioxanona

<sup>759</sup> Puede tener una conformación trenzada o monofilamento. Son similares al polipropileno pero con mayor elasticidad, lo que reduce el riesgo de dejar marcas de sutura y de cortar los bordes de la herida. El revestimiento que posee puede quebrarse después del anudado.

<sup>760</sup> Tiene una fuerza tensil similar al nylon. Al tener una superficie muy suave se desliza muy bien en el tejido. Tiene gran memoria como el nylon.

<sup>761</sup> Tiene que ver con el tipo de trenzado; si es simple es un monofilamento, como el nylon, y si es múltiple, multifilamento, como la seda. Los multifilamentos están recubiertos por teflón o siliconas, que los hacen más resistentes a las bacterias y permiten que atraviesen más fácilmente los tejidos.

<sup>762</sup> Designa el diámetro del material de sutura (del hilo). Es preferible usar un diámetro más fino, pero que sea capaz de mantener la unión.

<sup>763</sup> Es la fuerza por unidad de área de tejido que ejerce dicha sutura y se expresa en días y porcentajes. Varía con el calibre y el tipo de material empleado. (Vargas, 2012).

<sup>764</sup> Los hilos para sutura se empaquetan con óxido de etileno o con radiación ionizante de cobalto 60 para esterilizarlos.

<sup>765</sup> La fuerza que el hilo de sutura puede soportar antes de romperse al ser anudado.

<sup>766</sup> En general, los materiales no recubiertos, como la seda y el poliéster, permiten mejores nudos de seguridad, mientras que las suturas monofilamentos no son tan seguras.

<sup>767</sup> La capilaridad es la facilidad con que una sutura permite el pase de los fluidos, absorbidos por la sutura, del interior de la herida al exterior.

<sup>768</sup> La elasticidad es la capacidad del hilo de mantener su forma después de haber sido estirado, mientras que la plasticidad es su capacidad para mantener una nueva posición deformada. La mayoría de las suturas son elásticas, pero muy pocas son también plásticas, como el polipropileno.

<sup>769</sup> Es la capacidad inherente de un material a retornar a su forma inicial después de haber sido manipulado. Una sutura con mucha memoria es más rígida y por lo tanto más difícil de manejar y de desatarse.

<sup>770</sup> Es la facilidad con que una sutura se desliza a través de un tejido y puede ser anudada en el exterior. Las suturas con bajo coeficiente de fricción, se deslizan fácilmente a través de los tejidos, como los propilenos.

<sup>771</sup> Son hilos finos, uniformes y homogéneos. Tiene menor resistencia al pasar por los tejidos y menor impurezas en la superficie que permitan el asiento de gérmenes, pero son difíciles de manejar y anudar.

Multifilares <sup>772</sup>	Torcidos	Catgut <sup>773</sup> - Lino
	Trenzados	Acero. – Seda - Poliésteres
Recubiertos		Poliglactin 910. - Ácido poliglicólico

Una fuerza tensil alta y una buena seguridad en los nudos es importante para evitar que una sutura se rompa, además que es menos traumática para la piel al ser los hilos más finos. (Vargas, 2012).

Las fibras naturales como la seda y el cagut tienen una fuerza tensil baja (1). Seguidos por el polipropileno (2), el nylon trenzado y la polidioxinona (3). El material con mayor fuerza tensil es el acero (7), seguido por el poliéster y el Ácido poliglicólico (6) y después el Nylon y el Poliglactín 910 (5). (Vargas, 2012).

TIPO DE SUTURA	VENTAJA	DESVENTAJA
<b>Monofilamento</b>	Menos traumática, menor capilaridad	Difícil manejo
<b>Multifilamento</b>	Fácil manejo	Más traumática, mayor capilaridad
<b>Absorbibles</b>	No es un cuerpo extraño	Resistencia decreciente
<b>No absorbibles</b>	Asegura soporte y resistencia	Mayor respuesta tisular
<b>Orgánicas</b>	Más económicas, más fácil de manejar	Mayor respuesta tisular, menor resistencia
<b>Sintéticas</b>	Más resistencia, menor respuesta tisular	Si son monofilamento son difíciles de manejar

### *Tipos de agujas*

Las agujas son elementos quirúrgicos (herramientas) cuyo objetivo es servir de guía y permitir el paso del hilo de sutura a través del tejido. Actualmente son de acero inoxidable y pueden tener una forma curva o recta. Constan de tres partes: La punta<sup>774</sup>, el mandrín<sup>775</sup> y el cuerpo<sup>776</sup>. (Vargas, 2012).

<sup>772</sup> Están formados por hilos monofilamentos torsionados o trenzados. Tienen mayor resistencia a la tensión y menor riesgo en caso de torsión. Además son más flexibles y fáciles de manejar. Presentan mayor riesgos de infección. Si no han sido recubiertos presentan mayor resistencia al pasar por los tejidos.

<sup>773</sup> El cagut simple es colágeno puro obtenido de la submucosa del carnero y de la serosa de la vaca. Cuando se le añade sales crómicas se vuelve más fuerte y resistente a la degradación. Tiene poca fuerza tensil y poca estabilidad in vivo del nudo.

<sup>774</sup> Parte de la aguja que perfora el tejido.

<sup>775</sup> Es el orificio donde se aloja y fija el hilo de sutura y como se ha visto puede ser de tipo traumático o atraumático

<sup>776</sup> Parte comprendida entre la punta y el mandrín. Puede ser triangular o cilíndrico y se debe tener en cuenta diferentes parámetros como la longitud, la cuerda, el radio, el calibre y el arco. Pueden ser semicurvas, curvas, o rectas (estas últimas son más fáciles de manejar). En el caso en que haya una superficie debajo que no queramos dañar es preferible usar las curvas.



Es importante también en las operaciones de sutura saber que existen distintas agujas con características diferentes que pueden ser utilizadas para distintos trabajos.

Además debe conocerse la existencia de agujas traumáticas y atraumáticas (estas últimas al no necesitar un ojal provocan menos daño en la piel). (Vargas, 2012).

En cirugía se utiliza una metodología de sutura en función del tipo de herida y zona al igual que se ha visto hacen los taxidermistas. Éstas se pueden adaptar a las colecciones montadas, siempre recordando que los especímenes naturalizados ya cuentan con unos agujeros y que no se van a realizar nuevas perforaciones (no se debería). Por ejemplo las suturas continuas se utilizan en heridas largas y rectilíneas, en zonas que estén sometidas a tensión y en zonas donde la estética es primordial. En cambio las suturas discontinuas se utilizan en laceraciones para aproximar los bordes, en zonas de tensión supraarticulares. (Vargas, 2012).



**Figura 349. A) Sutura discontinua B) Sutura continua**

### 16.5.2 Algunos ejemplos de aplicación en la taxidermia y colecciones afines

---

#### 16.5.2.1 Material óseo

Dentro de este grupo se engloban tanto el material óseo perteneciente al esqueleto, así como cornamentas y colmillos aunque presentan una composición similar, ésta difiere de unos elementos a otros.

Los daños que se pueden encontrar en ellos son:

- Fracturas.
- Laminaciones.
- Desconchones.
- Exfoliaciones.
- Fragilidad.

En muchas ocasiones para la restauración de hueso se puede tomar ejemplos de los productos y técnicas empleadas en restauración de paleontología o arqueología. Pero debe tenerse en cuenta que generalmente las publicaciones existentes se dedican a material sumergido que porta sales o a material fosilizado con una constitución pétreo, ya que hay pocas publicaciones sobre restauración de material óseo en colecciones de historia natural.

Dentro de dichos estudios algunos abordan el tema de cuáles son los adhesivos más apropiados para el uso en función de condiciones específicas. Por ejemplo se prefiere por muchos paleontólogos el uso de PVA<sup>777</sup> o nitrato celulosa<sup>778</sup> frente al Paraloid B-72<sup>779</sup> como adhesivo estructural, aunque las investigaciones llevadas a cabo respecto al Paraloid han demostrado que este producto tiene más resistencia a la tracción que el PVA o el nitrato de celulosa (Koob, 1986, citado por Rusell y Strilinsky, 2011). Podany et al. (2001) encontraron que es un tercio menos fuerte que la resina epoxi pero que tiene una resistencia al cizallamiento similar (citado por Rusell y Strilinsky, 2011). Down (1996) concluyó en sus investigaciones que el Paraloid era una de las mejores opciones de todos los adhesivos acrílicos (citado por Rusell y Strilinsky, 2011).

---

<sup>777</sup> Las resinas de acetato de polivinilo (PVAc) se han aplicado en la mayoría de situaciones. El grado de PVA que se puede emplear depende de la porosidad del hueso, su estabilidad y la cantidad de las fracturas existentes (Storch, 2003). El problema es que estas resinas poseen temperaturas de transición vítrea muy bajas pudiendo fallar la unión en condiciones de temperatura alta (Storch, 2003).

<sup>778</sup> Los adhesivos a base de nitrocelulosa deben evitarse ya que éstos suelen amarillear, polimerizar muy rápido y pueden dañar el objeto cuando la junta falla (Selwitz, 1988, citado por Storch, 2003).

<sup>779</sup> El Paraloid B-72 se ha usado ampliamente en varios campos y con diferentes materiales, como la cerámica, moluscos o metales entre otros (Storch, 2003).

Otro adhesivo acrílico como el Acrysol WS-24<sup>780</sup> se ha usado ampliamente en restauración de hueso húmedo o mojado donde no se puede usar otro tipo de resinas y disolventes. Se vuelve insoluble en agua cuando se seca pero una vez seco puede eliminarse con acetona (Storch, 2003).

Otros productos como colas azules, goma laca, resinas epoxídicas, acrílicos en spray, o ceras que se han empleado históricamente se deben evitar (Storch, 2003).

### Adhesión

Antiguamente para adherir y consolidar material óseo en arqueología se empleaba el acetato de celulosa, obtenido de la disolución de películas de fotografía en acetona. Este adhesivo fue sustituido por nitrato de celulosa (Pegamento Imedio) (Pasies, 2013). Ya se ha comentado que este último aunque se sigue empleando, se desaconseja.<sup>781</sup>

Un ejemplo de intervención en colecciones didácticas óseas (afines a las de historia natural) se puede ver en la restauración de un esqueleto de ser humano utilizado como material pedagógico (Caldararo, Antonetti y Hirschbein, 2014). Éste presentaba algunas fracturas, que fueron adheridas con una emulsión de PVA-AYAA<sup>782</sup> en alcohol (ISOH) al 5% (Caldararo, Antonetti y Hirschbein, 2014). En algunas zonas de pérdida antes de hacer la reconstrucción volumétrica se empleó cartulina para hacer de soporte a la masilla (Caldararo, Antonetti y Hirschbein, 2014). En otras zonas de rotura se colocaron alambres en el interior del hueso roto para reforzar la unión, fijándolos con PVA, o con Paraloid B72<sup>783</sup>. Así mismo los fragmentos de hueso desprendidos se devolvieron a su ubicación original por anastilosis empleando PVA-AYAA (Caldararo, Antonetti y Hirschbein, 2014).

Para readherir las zonas de unión de resina epoxi que no se retiraron por no dañar el esqueleto se aplicó Araldite en la junta. La zona de unión con Araldite se recubrió con Paraloid B-72 o PVA (Caldararo, Antonetti y Hirschbein, 2014).

Algunos huesos del cráneo se repararon haciendo un parche con tejido japonés adheridos con PVA o BEVA D-8<sup>784</sup> (Caldararo, Antonetti y Hirschbein, 2014).

---

<sup>780</sup> Es el mismo adhesivo que el Primal WS-24. Se trata de una emulsión acuosa de resinas acrílicas con un tamaño muy reducido de partícula que favorece la capacidad de penetración del producto. Posee un pH neutro y una Tg de 46°C. (Muñoz et al., 2014).

<sup>781</sup> Este tipo de adhesivo es muy empleado en yacimientos arqueológicos para hacer uniones temporales durante los traslados ya que es muy fluido y cura rápido. Además es fácilmente reversible en acetona cuando no ha polimerizado mucho.

<sup>782</sup> Resina de acetato de polivinilo con una temperatura de transición vítrea de 42 °C y una viscosidad relativamente baja.

<sup>783</sup> En la publicación sólo se refiere el uso de “B-72”. Sólo hay dos adhesivos que empleen esta terminación, el Paraloid B-72 y el Akryloid B-72, que como se ha visto son el mismo producto. Por esta razón se citará como Paraloid B-72.

<sup>784</sup> Es la versión americana de la Beva D-8-S con casi la misma composición. Se trata de un copolímero de etileno y acetato de vinilo en emulsión acuosa. Se vuelve insoluble en agua al secar y difiere en la forma de aplicación que la Beva 371, pudiendo hacerse a temperatura ambiente. Posee menor poder de adhesión que la anterior. (Muñoz et. al., 2014).



**Figura 350. Restauración de esqueleto de un ser humano**

En la restauración de un esqueleto de ballena azul del Museo de Canterbury (*Canterbury Museum*) se empleó así mismo Paraloid B-72 disuelto en acetona<sup>785</sup> para adherir los huesos fragmentados (Stollman, Bell, Denize, Lutzke y Kelles-Krause, 2005). Storch también recomienda para reparar fracturas el Paraloid B-72 a partes iguales en acetona (1:1).

### Consolidación

Es raro que el hueso y otros elementos óseos en especímenes naturalizados sufran problemas de disgregación. Pero en ocasiones si éstos han sufrido tratamientos muy agresivos durante la preparación del esqueleto para la naturalización, podrían presentar estos daños. Así mismo huesos, colmillos y cornamentas donde la parte orgánica ha sido comida por insectos y roedores necesitan de tratamientos de consolidación.

Esta operación se puede hacer de dos maneras: la primera consiste en aplicar un producto que se introduce entre los intersticios del material fragilizado funcionando como un cemento, aglutinando las partículas sueltas. Sin embargo otros materiales también denominados consolidantes realizan una remineralización del tejido inorgánico óseo, calcáreo o dentario.

Históricamente para la consolidación de material óseo se solía impregnar toda la superficie con resinas naturales o sintéticas, entre las que estaba la goma laca, el nitrato de celulosa ya comentado o el Paraloid. Hoy en día la consolidación solo se hace en casos muy necesarios, ya que los recubrimientos pueden distorsionar los resultados de análisis, por ejemplo de datación (Horie, 1982).

Como materiales "aglutinantes" del primer tipo, actualmente se puede citar el PVA-AYAF usado al 10% en acetona o etanol (Storch, 2003). También el Paraloid B-72 en acetona al 5% de w/v se usa para consolidar hueso (Storch, 2003). Este último también se ha usado en la restauración de un esqueleto de ballena azul del Museo de Canterbury (*Canterbury Museum*), en el que se hizo una limpieza superficial, se consolidó las zonas fragilizadas de hueso con Paraloid B-72 disuelto en acetona (se desconoce la proporción) y se sustituyó el montaje invasivo anterior (Stollman, et al., 2005).

<sup>785</sup> Se desconoce la proporción usada.

Un ejemplo del segundo procedimiento se comercializa bajo el nombre de Reconos 110<sup>786</sup>.

Éste se ha demostrado efectivo en intervenciones sobre material conchiliológico en excavaciones. El proceso consiste en aplicar flúor a la concha por goteo (ésta está formada principalmente por aragonita y calcita), generándose la precipitación de sales de flúor, al unirse el calcio al flúor formándose fluorita (Mainou, 2001, citado por Carrillo, 2013). Aunque la fluorita posee una estructura cristalina diferente a la calcita y a la aragonita no se presenta un cambio morfológico a nivel macroscópico (Mainou, 2001, citado por Carrillo, 2013).

En el proceso de restauración de los restos óseos enterrados en la Columna de la Independencia en Ciudad de México (Méjico), llevado a cabo por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), de Méjico, se utilizó el método desarrollado por Luisa Mainou en 1995, empleado con éxito en material arqueológico, histórico y paleontológico (Ventura, 2013). El método "Mainou FQ95" consiste en aplicar sobre los huesos, Reconos 110 y un bio-consolidante a base de quitosán<sup>787</sup> conocido como Reconos 220 (Ventura, 2013).

Otro estudio llevado a cabo por Natali et al. (2014), logra la remineralización mediante el crecimiento in situ de cristales de  $\text{CaCO}_3$ <sup>788</sup> que conlleva al aumento de la resistencia mecánica en un 50-70%.

Este tema es controvertido ya que cambian las propiedades físico químicas originales, al igual que ocurre en material pétreo y en algunos tratamientos de recurtido en la piel, cambiando la naturaleza primigenia de ésta, pudiendo crear falsos químicos. Por esta razón debe sopesarse muy bien si es necesario realizar una consolidación y solo aplicarlo en caso de graves riesgos en la pieza.

A este respecto, otro producto que se está estudiando para la remineralización de materiales como hueso y dientes arqueológicos, marfil y asta<sup>789</sup> es la aplicación controlada de fosfato diamónico (DAP), formándose HAP y aumentando la cohesión de material óseo friable, sin cambiar las propiedades físico químicas del hueso (Alexis E. North, 2014).

---

<sup>786</sup> El principio activo del Reconos 110 es el fluoruro de sodio. Se trata de una sustancia con propiedades remineralizadoras (Ventura, 2013).

<sup>787</sup> El Quitosán sustituye o complementa al colágeno en huesos que lo han perdido en situaciones por ejemplo de enterramiento, devolviéndoles resistencia y elasticidad.

<sup>788</sup> El crecimiento controlado de cristales de aragonita se logra mediante la reacción entre el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera y la adición de nanopartículas de hidróxido de calcio en presencia del colágeno del hueso, produciéndose en pocos días la carbonatación  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  formándose una mezcla de calcita y aragonita.

<sup>789</sup> Estudios sobre piedra caliza y consolidación de yeso han demostrado ser una opción para la consolidación de material óseo al bio-imitar el crecimiento de hidroxipatita (HAP), principal componente de dientes y matriz ósea.

### 16.5.2.2 Piel

Para determinar el método a emplear en la restauración deben conocerse las causas de los daños producidos (Dickinson, 2006).

Como se ha visto uno de los problemas más comunes, especialmente en piezas de gran tamaño, son las grietas en la piel (Dickinson, 2006), un mal muy frecuente en los artefactos del MNCN-CSIC.

Esto se produce por dos razones principalmente, bien porque todo el montaje es inestable al haberse eliminado de su base, tambaleándose cada vez que se mueve, llevando a la rotura de la piel en las zonas de movimiento<sup>790</sup> o porque la piel no se haya preparado adecuadamente y encoja al ser demasiado gruesa, al ser colocada incorrectamente sobre el relleno o que haya sido solo piquelada o se haya estirado para adaptarse a una forma demasiado grande. La combinación de varias de estas situaciones puede causar la aparición de grietas en cualquier parte del espécimen (Dickinson, 2006).

Si la piel no está pegada, la contracción se suele manifestar con el estallido de las costuras y aunque la piel no esté adherida el cuerpo puede rajarse igualmente si ha sido preparada de manera deficiente o si se ha tensado demasiado. Las divisiones y explosiones es probable que ocurran con grandes fluctuaciones de HR y temperaturas altas, aunque la piel esté bien preparada puede verse dañada por la expansión y contracción por ejemplo de un relleno atado, cubierto por una capa gruesa de arcilla (Dickinson, 2006).

En ocasiones pueden aparecer también agujeros y faltas de piel. Hay que diferenciar entre los orificios naturales de la piel, los agujeros resultantes del proceso de curtido y los causados por una deficiente manipulación y almacenaje (Richardson, 2002), y deben consignarse la naturaleza diferente de éstos.

Muchos temas implican la conservación de productos de piel como es la química de la proteína, la temperatura de contracción o interferencias del curtido entre otros (Nieuwenhuizen, 1998).

Existen muchos productos como ya se ha visto. También se ha comentado como la elección del adhesivo adecuado depende de la naturaleza del tipo de curtido que se ha aplicado a la piel del ejemplar, el estado de conservación y las condiciones medioambientales. También si el tipo de daño es estructural o superficial, En este caso los daños en la piel no se consideran daño de tipo estructural<sup>791</sup>. Por esta razón en estas reparaciones no se recomienda el uso de adhesivos muy potentes (además pueden generar más daños por crear tensiones inadecuadas o en el intento de eliminación de éstos).

En el tratamiento de pieles de taxidermia se puede recurrir a las experiencias en restauración de otro tipo de pieles, pero teniendo en cuenta como ya se ha comentado, lo diferente que pueden ser unos tratamientos de preparación y otros. El empleo de numerosos métodos de preparación y curtido de las pieles en taxidermia facilita no obstante la posibilidad de recurrir a otro tipo de colecciones.

---

<sup>790</sup> Este problema se soluciona poniendo el espécimen en una base si éste carece de ella o reforzando el montaje previniendo el movimiento (Dickinson, 2006).

<sup>791</sup> A no ser que se trate de una piel de grandes dimensiones muy pesada y que su estado de conservación sea tan ruinoso que al desprenderse pueda dañarse más o poner en peligro a los visitantes de un museo.



### Adhesión

Existe una amplia gama de adhesivos reversibles que pueden emplearse dependiendo de las circunstancias, como son el estado de conservación de la piel, las condiciones de trabajo o las condiciones a las que el objeto va a estar expuesto (Kite, Thomson y Angus, 2006).

- **Adhesivos naturales**

### Colas animales

Las colas animales para ser empleados en especímenes naturalizados deben reunir una serie de requisitos como (Schellmann, 2009):

- Tener propiedades de adhesión y cohesión adecuadas
- interferir mínimamente con el material original de la piel
- ser reversible o al menos hacer que el espécimen sea retratable
- ser estables con el envejecimiento

Las colas gelatinosas se pueden considerar una tipo de adhesivo adecuado para tratar pieles y otros productos a base de colágeno, ya que pueden desarrollar una buena adhesión con el sustrato. Aquellas que poseen cadenas de proteínas largas como las colas de piel o las de vejiga, presentan una cohesión muy fuerte y serían una opción apropiada (Schellmann, 2009).

No obstante, en caso de emplear colas animales, recordar que éstas son muy sensibles a los cambios de HR al igual que le ocurre al espécimen naturalizado. Por ello la aplicación de colas a base de gelatina debe considerarse; Las soluciones con baja viscosidad y aquellas que gelifican lentamente como la cola de pescado *isinglass*<sup>792</sup> pueden provocar problemas en sustratos muy sensibles al agua; por ello en estos casos es más recomendable emplear colas con una temperatura alta de gelificación o un adhesivo no acuoso. (Schellmann, 2009).

Además pueden contaminar la lectura del ADN original del espécimen en un análisis. (Schellmann, 2009).

El tratamiento de preparación que haya sufrido el espécimen puede influir en las propiedades del adhesivo. Las sales metálicas u otros agentes de curtido pueden reaccionar con la gelatina causando una reticulación química que hará que la cola se vuelva insoluble en agua (Schellmann, 2009). Los cueros pegados en el pasado con cola animal en muchas ocasiones se han fragilizado y la unión ha fallado (Kite et al., 2006).

La combinación de humedad y temperatura de las colas también presenta un problema respecto a la temperatura de contracción de la piel (Kite et al., 2006).

---

<sup>792</sup> Se conoce de esta manera a un tipo de cola muy pura que está hecha con vejigas natatorias de pescado.

El colágeno de algunos especímenes de taxidermia (pieles de peces, reptiles u otras pieles muy degradadas) pueden tener una temperatura de desnaturalización muy baja. El uso de colas fuertes o de hueso calientes pueden dañar el colágeno siendo preferible aplicar colas de pescado en frío o *isinglass*, siendo menos peligrosas para el espécimen (Schellmann, 2009). Esto ocurre también en cuero (Kite et al., 2006).

No hay que olvidar que las recetas a base de cola empleadas históricamente contienen plastificantes, conservantes, perfumes espesantes o en ocasiones conservantes como alcohol desnaturalizado, resina colofonia, glicerina, etc. (Kite et al., 2006), variando sus propiedades primigenias de estabilidad y de interacción con el espécimen.

### Colas vegetales

Aunque actualmente se utilizan más las colas animales y las sintéticas se debe considerar las propiedades y usos en restauración de piel y cuero.

**La pasta de almidón de trigo** (engrudo) también usado en restauración de cuero no se adhiere bien con tejidos sintéticos. Tiene poco volumen pero debe haber un buen contacto entre las dos superficies a pegar para que la unión sea efectiva. El contenido de humedad puede ser problemático, pero tiene una buena reversibilidad y estabilidad a largo plazo (Kite et al., 2006).

En las ocasiones en las que previamente se debe reversibilizar deformaciones, J.A. Dickinson señala que puede ser necesario ablandar un área mayor para obtener el suficiente estiramiento. Si el montaje tiene una forma sólida, al mismo tiempo se puede aplicar un engrudo a base de dextrina para evitar que la piel contraiga de nuevo (Dickinson, 2006).

**La carboximetilcelulosa** (CMC)<sup>793</sup> presenta el mismo problema que otros adhesivos acuosos frente a cuero degradado. Se utiliza como agente espesante en adhesivos de dispersión como el Vinamul 3254® aumentando la viscosidad y el tiempo de trabajo. (Kite et al., 2006)

**El cemento de caucho** usado en el pasado porque presentaba la ventaja de que era flexible, fácil de aplicar y tenía buena adherencia, ha producido en varios artefactos manchas negras endurecidas (Fenn, 1984 citado por Kite et al., 2006).

### Adhesivos sintéticos

Teniendo en cuenta los problemas derivados del uso de productos naturales, en la restauración de artefactos de piel la introducción de productos sintéticos, muchos de ellos no acuosos o que funcionan por termoadhesión es una alternativa fiable.

Velson Horie recomienda evitar en los adhesivos las formulaciones acuosas y la mayoría de disolventes y emplear adhesivos reversibles, inocuos y eficaces (Horie, 1988).

---

<sup>793</sup> Se suministra en polvo y se prepara como una dispersión en agua destilada (entre 1 y 5% de CMC).

Las investigaciones recientes apuntan a que se debe aplicar poca consolidación para evitar el cambio en la flexibilidad y la respuesta de la piel. Esto limita la elección de un adhesivo de unión por presión como son las películas autoadhesivas (celos). Los materiales comerciales autoadhesivos son inestables y causan muchos problemas en otros campos de la conservación (Horie, 1988)

Sin embargo las películas desarrolladas en principio en el campo de la restauración de pintura sobre lienzo que se activan con calor o disolvente son una buena opción; entre ellas la Beva 371 o las dispersiones acrílicas. La unión es reversible por medio de pelado/tracción, tirando de la película adhesiva y eliminando mecánicamente los restos de adhesivo tras ablandarlos con disolvente (Horie, 1988).

#### PVA y EVA

**El PVA** (emulsión de acetato de polivinilo) y la **EVA** (emulsión de etileno y acetato de vinilo) se utiliza en la conservación y restauración de objetos patrimoniales para varios propósitos aunque también existen productos específicos para el cuero (Thomson y Angus, 2006).

**Beva 371**<sup>794</sup> Existen varias formulaciones pero las más habituales son la Beva original y la Beva Film. Ambas son termoplásticas y se adhieren por la primera fundición con calor y adhiriéndose al enfriar, pero la primera también une con la evaporación del disolvente (Thomson y Angus, 2006). Produce uniones fuertes. Ésta se puede aplicar primero al tejido de refuerzo, colocándose con el tamaño y forma requerida y ser posteriormente adherida a la piel (Thomson y Angus, 2006)

Para hacer una unión cuero-cuero puede ser complicado conseguir suficiente calor para fundir la Beva, aunque sí es útil si la piel es delgada. (Thomson y Angus, 2006).

**El Vinamul 3254** (dispersión de copolímero EVA) es flexible y resistente al agua. No es fácilmente reversible como otros adhesivos (Thomson y Angus, 2006)

**El PVA M155** es una dispersión con buenas propiedades de adhesión cuando la piel está mojada. El PVA M218 es muy similar al anterior, reversible al agua y fácil de limpiar tras su uso. (Thomson y Angus, 2006).

#### Otros adhesivos sintéticos

Unos adhesivos muy empleados en tratamientos de cuero y otras pieles son el Lascaux 498 HV y el Lascaux 360<sup>795</sup>. La variedad 498 es dura al secado y la 360 flexible y ligeramente pegajoso por esta razón ambas se mezclan para conseguir un adhesivo con las propiedades de ambos (Kite et al., 2006).

Estas resinas son fáciles de eliminar bien con disolventes o por pelado, ya que el adhesivo no suele penetrar mucho en la piel. Cuando secan son resistentes al agua pero reversibles con acetona o tolueno.

---

<sup>794</sup> Es una mezcla de resina de etileno y acetato de vinilo, poli ciclohexanona y cera de parafina. Se suministra en forma de pasta o como una película prefabricada. La pasta viene disuelta en tolueno, bastante tóxico (Kite et al., 2006).

<sup>795</sup> Copolímeros de metacrilato de butilo, espesado con-butil éster acrílico suministrados como emulsión cremosa.

El adhesivo se puede reactivar con los disolventes mencionados<sup>796</sup> si se requiere, formando una película adhesiva sin tener que emplear más humedad, ya que la humedad puede expandir la piel<sup>797</sup>. Cada tipo de disolvente proporciona unas cualidades diferentes a la resina (Kite et al., 2006).

Jack Thiney, utiliza frecuentemente colas de contacto del tipo cianocrilato ya que permiten un encolado fuerte e instantáneo. Pero estos adhesivos no pueden utilizarse siempre como por ejemplo en trabajos donde se requiere más tiempo. Las colas de contacto de nitrilo pueden tener un tiempo de fraguado más largo (Thiney, 2002).

#### Adhesivos aplicados a casos concretos

Un ejemplo del uso de los adhesivos citados con anterioridad pueden verse a continuación.

Para adherir la cabeza de un pingüino emperador del Worcester Museum, que estaba desprendida, se empleó PVA de pH neutro sujetando la zona de unión para hacer la presión requerida con un rollo de papel de seda atado a la cabeza. Los jirones de piel también fueron adhiriéndose de esta manera (Natural-History-Conservation.com, s.f.).



**Figura 351. A. Grieta en la piel de un pingüino emperador. B) Reparación de la grieta**

#### Consolidación

Algunos especímenes se han deteriorado tanto que la piel se vuelve tan frágil que puede dañarse tirando entre los dedos, teniendo que ser estabilizados químicamente y consolidados (Horie, 1988). Este

<sup>796</sup> La acetona proporciona un vínculo rápido, pero no pegajoso, aunque se debe utilizar con precaución. El tolueno da más adherencia y un mayor tiempo de trabajo (Kite, Thomson y Angus, 2006)

<sup>797</sup> Esta humedad del adhesivo puede relajar la piel, pero también puede durante la expansión desplazar las uniones y las grietas.

problema se da también en otro tipo de pieles en especial en cueros con curtidos vegetales con la famosa podredumbre roja o cuero arqueológico.

La consolidación se plantea cuando el soporte está muy degradado (tanto la piel como la policromía), precediendo en ocasiones otras operaciones de restauración como la adhesión, proporcionando una superficie de unión firme, o la limpieza (Kite, Thomson y Angus, 2006).

Para intentar remediar estos problemas históricamente se han aplicado diversos productos sobre la piel. Estos como se verá en el capítulo dedicado a recubrimientos en muchas ocasiones han provocado problemas mayores.

Entre ellos, se pueden citar algunos:

En los años 80 se comenzó a aplicar un tratamiento de estabilización para curtidos vegetales consistente en el recurtido con una sal de aluminio, seguido de la impregnación con un polímero en solución acuosa o con disolvente no polar junto con la aplicación de un recubrimiento final a base de una mezcla de polímero y cera acrílica (Haines, 1984) que parece ser que daba buenos resultados. Los tratamientos consolidantes desarrollados inicialmente para cuero se han aplicado a especímenes de historia natural, como el Pliantex, (Poliacrilato de etilo) Rutapox, (resina epoxi), Lankrothene (poliuretano).

No obstante, el empleo de estos productos es un último recurso ya que plantean muchos problemas. Velson Horie en el momento de la publicación (1988) se decantaba entre todos ellos por el Rutapox (flexible dice el autor), aplicado a una dosis muy baja sobre el lado de la carne, que es más poroso, ya que la penetración de un consolidante en la epidermis es muy limitada) (Horie, 1988). En el caso de especímenes naturalizados la aplicación por el reverso (lado de la carne) es inviable.

En 1995 se realizó una encuesta para registrar los tratamientos en cuero con el fin de ayudar a los conservadores a resolver los problemas que se habían producido por estos tratamientos como por ejemplo el alcoxido de aluminio al 1% en White Spirit, utilizado como un agente de re-curtido para el tratamiento de pudrición roja en cuero vegetal, que no tiene un efecto de consolidación (tiene un efecto tampón al reticularse los iones de aluminio con los taninos vegetales y el colágeno aumentando la temperatura de contracción (Thomson y Angus, 2006). Algunos resultados de esta encuesta se presentan a continuación:

Dentro del mercado podemos encontrar varios productos ya que siguen apareciendo nuevos productos constantemente (Thiney, 2002).

La inyección en pieles friables con látex de caucho, una solución tradicional para pieles fragmentadas, no es recomendable para su conservación a largo plazo. El látex es difícil de revertir de forma segura y va a auto deteriorarse (Hendry, 1999).

**El nylon soluble** (N-meythoxymethyl nylon) fue recomendado por Werner en 1958 como consolidante de objetos con superficies pulverulenta que requerían remojo para eliminar sales solubles. Este producto ya no se recomienda (CCI, 2003 citado por Kite, Thomson y Angus, 2006).

El lubricante de cuero Bavón a base de ácido succínico alquilo (Bavon ASAK ABP o el Bavon ASAK 520S), fue desarrollado en la industria de cuero como agente lubricante y de impermeabilización para cueros curtidos al cromo (Cameron, Spriggs y Wills, 2002).

**El Bavon ASAK ABP<sup>798</sup>** empleado para consolidar cueros quebradizos, es soluble en White spirit, éter de petróleo, o 1,1,1-tricloroetano, con proporciones entre un 2-25 % (normalmente se usa una proporción de un 10%). Se suele aplicar 10 capas a intervalos de 15 minutos. Proporciona buena flexibilidad a bajos niveles de uso (Kite, et al., 2006).

**El Bavon ASAK 520S** es un lubricante polar basado en ácido alquilsuccinico modificado para hacerlo soluble en agua. Se ha usado para el tratamiento de piel de intestino, vejiga, otras membranas finas y piel de tambor. Muy útil cuando se necesita dar forma (remodelar); la mezcla con agua se suele hacer en una proporción de entre el 5-20%. Puede producir con el tiempo eflorescencias reversibles con White spirit (Kite et al., 2006).

**El Bedacryl 122X<sup>799</sup>**, es un consolidante usado para madera y para algunos tipos de cuero. (Kite, et al., 2006).

**El Pliantine** (dresser del Museo Británico) contiene cera de abeja, lanolina, aceite de madera de cedro y 1,1,1- tricloroetileno. La variedad Pliantine G Special no contiene cera. Si se aplica en exceso, puede resultar pegajoso, atrapando polvo y oscureciendo el cuero. Con moderación puede resultar beneficioso (Kite et al., 2006).

**El pliantex<sup>800</sup>** se ha usado para consolidar cuero fragilizado especialmente en aquellos que presentan pudrición roja. Presenta la ventaja de que es estable frente a la luz y flexible. Además no se hincha con la humedad y no resulta pegajoso. Con el envejecimiento no reticula conservando su reversibilidad. Para su uso se diluía en disolventes como ésteres, cetonas, e hidrocarburos aromáticos con una proporción 1:4 Este producto se ha utilizado hasta 2004 cuando se dejó de fabricar. (Kite et al., 2006).

**El Klucel G<sup>801</sup>** se ha empleado para consolidar superficies friables y escamosas en cuero, manteniendo la superficie unida pero sin penetrar en la estructura del cuero (Kite et al., 2006).

**La gelatina** se ha usado para consolidar encuadernaciones; al no ser especialmente flexibles son adecuadas para tableros fijos que no se van a flexionar (Kite et al., 2006).

Por otro lado en las colecciones de historia natural algunos conservadores aplican tratamientos en pieles fragilizadas. El investigador y taxidermista danés Johannes Erritzoe, comenta que cuando restaura algunas pieles de aves que tienen la piel tan reseca que crepita, inyecta **glicerina limpia** en la cabeza y el cuerpo y para asegurar que las plumas no se desprendan del cuerpo y envuelve los especímenes en papel secante durante 2 o 3 meses. Tras varios años las pieles se mantienen suaves y en perfecto estado (Erritzoe, s.f.).

---

<sup>798</sup> Polímero de cadena larga de parafina sintética con agua no inónica con una agente aceitoso emulsionante

<sup>799</sup> Éster de polimetacrilato suministrado en una mezcla de xileno y n-butanol, o xileno y acetato de cellosolve (2 etoxi acetato de etilo), o un disolvente de petróleo.

<sup>800</sup> Resina de acrilato de etilo flexible suministrada en una solución al 30% en etil acetato.

<sup>801</sup> Puede ser dispersado en etanol. También se vende preparado listo para su uso bajo el nombre de Cellugel<sup>®</sup> disuelto en alcohol isopropílico.



**El Paraloid B-72** se utiliza para el cuero pero carece de un buen grado de flexibilidad como adhesivo, pero si se emplea como consolidante. (Kite, Thomson y Angus, 2006) para consolidante

Katrina Cook del Natural History Museum (NHM) de Londres (Reino Unido), para reparar problemas de pieles que han sido mal preparadas y presentan problemas como pulverulencia, amarilleamiento y grietas a lo largo de la apteria separando las secciones principales de plumas (Cook, s.f.), ha ideado un método para consolidar la piel en las aves y de paso fijar la piel agrietada, pero agradece si alguien le proporciona un método alternativo. Éste consiste en inyectar pequeñas cantidades de Paraloid B-72 disuelto en acetona (lo suficientemente fluido como para que fluya por la aguja), en varios puntos debajo de la piel y presionar la piel. La restauradora comenta que es difícil predecir cuál será el comportamiento a largo plazo de esta intervención pero que es preferible al embolsado de las plumas, ya que de esta manera el espécimen puede seguir siendo útil (Cook, s.f.).

Otros productos empleados como recubrimientos pero que tienen una función consolidante se detallarán en el capítulo de recubrimientos.

### *Fijación*

Como fijación en la piel nos referimos a cuando la piel presenta escamaciones que hay que fijar. Como se ha visto los términos son confusos y en la bibliografía consultada se hace referencia a esta operación como consolidación o estabilización.

Un ejemplo aplicado a especímenes naturalizados lo encontramos en la restauración del Orangután naturalizado del Museo de Búfalo, donde antes de proceder a la limpieza se “consolidó” (fijó) la piel escamada inyectando una solución diluida de Beva 371<sup>802</sup> en xileno bajo la piel. Tras la evaporación del disolvente se fijaron las escamas en su lugar por medio de la aplicación de calor (65° C) y presión (Ritchie, 2013).

En otras zonas se aplicó una capa barrera de Paraloid B-72 diluido en las zonas de pérdida sobre la piel con un pincel fino y de esta manera en un futuro, permitirá la eliminación de las reintegraciones cromáticas más fácilmente y bajo pequeñas escamas de piel levantadas siendo fijadas en su sitio con un dedo. Se eligió el Paraloid B-72 por sus propiedades de adhesión, estabilidad y solubilidad (Down, 1996, citado por Ritchie, 2013).

### *Cosido*

Ya se ha comentado que el recosido plantea ciertos problemas de criterio. En la opinión de la autora de esta tesis no se debe hacer nuevos agujeros ya que conlleva un mal mayor y la unión se puede lograr por otros medios, coincidiendo con la opinión de otros conservadores. En caso de existir los agujeros, sí se puede reutilizar pero hay que ver cada caso.

---

<sup>802</sup> La ventaja del uso de Beva es que las escamas pueden fijarse sin tener que sujetarlas con posterioridad. Además tiene una Tg inferior a otros adhesivos termoplásticos siendo más seguro para el uso en materiales orgánicos (Ritchie, 2013).

Algunos taxidermistas que restauran especímenes naturalizados cosen las grietas. Esta costumbre puede ser comprensible ya que éstos en la preparación de las naturalizaciones emplean esta técnica para colocar la piel sobre el relleno. Hendry por ejemplo hace referencia a que el método tradicional de relajar las grietas con humedad y recoserlos puede ser exitoso al menos a corto plazo, aunque Velson Horie (1988, citado por Hendry, 1999) aconseja ser precavido con esta técnica ya que mojar la piel puede aumentar la rigidez durante el secado y agravar el problema (Hendry, 1999). En este análisis el primer autor no hace referencia en ningún momento en lo inadecuado que resulta el zurcido.

Este mismo autor hace referencia a Philip Howard (1989), taxidermista del National Museums of Scotland, el cual no recose, sino que corta los bordes sueltos de la piel<sup>803</sup> que se ha separado, y luego rellena con masilla de poliéster y retoca. (Hendry, 1999), debido a que se ha demostrado que el recosido no resulta exitoso (Howard, 1989).

J.A. Dickinson así mismo recomienda que si la piel está en buen estado y se ha preparado correctamente puede ablandarse bajando la deformación, usando un trapo humedecido y cosiendo la grieta (Dickinson, 2006).



**Figura 352. Cosido de grietas en un antilope naturalizado (Dickinson, 2006).**

Un caso mucho más llamativo se da en la restauración del elefante del museo estatal de Dresde (Alemania), donde las grietas que se encontraban muy abiertas (10-12 cm de distancia entre los bordes de piel), se recosieron con alambre de acero con un grosor de 1,5 mm, para intentar acercar los dos bordes (Heidecke, 1986).

Velson Horie señala que el recosido en sí mismo no solo causa daños importantes sino que además evita el movimiento libre de la piel provocando distorsiones severas o grietas a lo largo de la línea de costura. Por estas razones recomienda que si se debe realizar la unión de la piel, es preferible respaldar dicha unión con un material que se ajuste a los movimientos que se producen en el espécimen, como una tela (Horie, 1988).

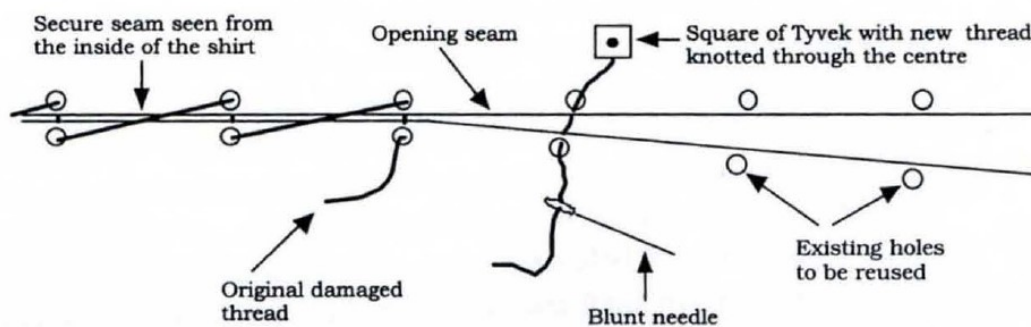
---

<sup>803</sup> Este en principio no es un criterio adecuado, ya que no se debe eliminar material original.

Allyson Rae y Barbara Wills refuerzan esta idea añadiendo que se prefiere usar adhesivos antes que volver a hacer agujeros de costura ya que se crea una línea de debilidad en estos puntos (Rae y Wills, 2002).

Un caso interesante que podría adaptarse para la restauración de especímenes naturalizados es la restauración de una camisa de piel semi curtida de los indios americanos de las llanuras, donde Heather Richardson junto con otros restauradores empleaban hilo de tendón o de algodón para recoser las costuras, intentando emplear primeramente el hilo original en las zonas donde la costura se había empezado a abrir, a través de los agujeros ya existentes. Si era necesario emplear un hilo nuevo se prefería hilo de algodón debido a que el hilo de poliéster era muy fuerte. Empleaba una técnica en la cual fijaban unos cuadrados pequeños de Tyvek (de 5 mm) para sujetar los nuevos hilos y diferenciarlos de los hilos originales (Richardson, 2002).

Además los orificios de la piel dañados se aseguraban por la aplicación de un adhesivo activado con calor con la intención de no volver a hacer nuevos agujeros (Richardson, 2002).



**Figura 353. Reutilización de los hilos en una camisa de los indios de las llanuras**

Una variante de esta técnica se podría emplear para fortalecer los agujeros originales de sutura y poderlos utilizar en el recosido de la costura. De esta manera colocar a modo de parche pequeñas piezas de refuerzo bajo los agujeros de cosido.

### Colocación de parches e injertos

La mayoría de las ocasiones la aplicación de un adhesivo solo no es suficiente como para mantener una cohesión en las grietas. Por esta razón se debe fortalecer la unión con un material de refuerzo.

Para estos propósitos se han empleado un gran variedad de materiales como elementos de refuerzo (parches, tiras de revestimiento o soportes completos) (Thomson y Angus, 2006).

Vista la dificultad de colocar parches por el reverso de la piel en especímenes naturalizados, en muchas ocasiones éstos se sitúan por delante, cumpliendo así mismo una función restauradora.

En 2013 Carole Dignard realizó una compilación de publicaciones sobre tratamientos de refuerzo (parches) de objetos de piel y cuero empleando diversos materiales de refuerzo y adhesivos, en la que no incluía los tratamientos en encuadernaciones en cuero, pergamino ni especímenes de historia natural (Dignard, 2013). Sin embargo ésta resulta útil para trasladar alguno de los tratamientos planteados, que se han recogido en esta tesis, como por ejemplo en consolidación de policromía.

### *Papel japonés*

El tejido de papel japonés es idóneo si se necesita una reparación menos robusta: un papel hecho a mano con un espesor grueso se puede manipular con facilidad y tiene un aspecto que puede asemejar al cuero viejo que está parcialmente degradado. Posee la ventaja además de que es compatible con la mayoría de los adhesivos. Es útil también si se busca una reparación de sacrificio ya que es más débil que el cuero (si una reparación es más fuerte que el cuero se debe reducir a un espesor similar (Thomson y Angus, 2006).

Como ejemplo del empleo de papel japonés Rae y Wills en la reparación de una capa de piel de ñandú seleccionaron papel Kozo japonés, que era fuerte para soportar las zonas desgarradas y debilitadas pero sin afectar de manera significativa a la flexibilidad de la piel (Rae y Wills, 2002). El papel se tiñó con una entonación marrón con tintes para celulosa Solophenyl® y se unió a la piel con Mowilith 50® al 10 % en acetona proporcionando una unión flexible que presenta buenas propiedades de envejecimiento (Rae y Wills, 2002).

Para la restauración de una parka de alca dada la dificultad de dar la vuelta, se trabajó por delante desde el lado de las plumas, siendo un ejemplo de metodología aplicable en cierta manera a los especímenes montados. Para la reparación de las numerosas grietas se empleó el papel Kozo teñido y se adhirió con Apretan MB Extra®, antiguamente Mowilith DMC2®<sup>804</sup>, al 50% en agua destilada (Rae y Wills, 2002), aplicándolo al papel de reparación. Este adhesivo permitía un tiempo de trabajo más largo que los adhesivos a base de disolvente y presentaba mejores propiedades de envejecimiento que muchas emulsiones (Rae y Wills, 2002).

Otro ejemplo de intervención, esta vez en un espécimen naturalizado, donde para estabilizar y reparar las grietas en el caucho que imita la piel de las manos y pies del orangután del Museo de Búfalo, se empleó papel japonés entonado con pintura acrílica. Éste fue adherido al reverso de la piel con Beva Film, reforzando la adhesión con Beva líquida mediante la aplicación con pincel en los bordes de la grieta. Posteriormente se realizó la unión mediante calor (unos 66° C) (Ritchie, 2013).

---

<sup>804</sup> Emulsión de acetato de polivinilo, PVA<sub>C</sub>



**Figura 354. Parche de Beva Film y papel japonés colocado en los dedos de un orangután**



**Figura 355. Recolocación del dedo del orangután con Beva Film y papel japonés**

#### *Tejido sintético sin tejer*

Los tejidos sin tejer de poliéster como el Reemay®, el Cerex®, o el Vilene® son una alternativa y están disponibles en una variedad de pesos diferentes. Poseen la ventaja de que no tienen ninguna dirección del tejido. Son ligeros y fáciles de usar, además se mueven con el cuero en vez de imponer sus tensiones. Se emplean tanto para revestimientos completos como para reparaciones puntuales (Kite et al., 2006).

En el orangután ya referido, en algunas zonas (parte superior de los pies) la reparación del cuero rasgado requería de revestimientos más gruesos que el tejido japonés ya que la piel curtida no era tan suave como las zonas de caucho de la mano, y era más rígida, similar al papel maché. Para ello se



roció con Beva unas fibras de poliéster creando un tejido no tejido y usadas como un revestimiento. La ventaja de este material es que es más grueso que el papel japonés y que la Beva flocada necesita de menos calor para activarse (Ritchie, 2013).

En anfibios, reptiles y peces Enwistle, 1992, repara las grietas y fisuras con tejido de fibra de vidrio y una emulsión de acetato de polivinilo (Hendry, 1999).

### *Piel*

El cuero nuevo o con un curtido similar puede tener propiedades compatibles pero en general presenta una apariencia diferente. Además los métodos de curtido modernos producen un cuero con aspecto muy diferente siendo difícil encontrar uno adecuado y compatible. La ventaja del empleo de un cuero compatible es que se efectúa una reparación robusta, reaccionando de manera simpática a las variaciones ambientales (Kite et al., 2006).

Dickinson recomienda si el estado de la piel no permite coser las dos partes de una grieta (ya se ha dicho que esta operación sólo debe hacerse en caso de aprovechar los agujeros ya existentes), ocultar las divisiones con parches hechos con trozos de piel de la misma especie a ser posible<sup>805</sup> (Dickinson, 2006).

### *Tela*

Se puede utilizar textiles tejidos pero presentan el inconveniente de que con el paso del tiempo el textil se evidencie a través de la piel o imponga sus propias tensiones (Kite et al., 2006).

Se ha preferido el uso de telas sintéticas a las naturales ya que apenas reaccionan frente a los cambios higrométricos. Esto presenta una contradicción: la lona de poliéster se ha utilizado como material de reentelado por ejemplo en biombos de piel, pero tiene el problema de resultar muy pesada y de no acompañar al cuero en los movimientos cuando hay cambios de HR (Kite et al., 2006).

Aunque plantea estos problemas, se usa en restauración de especímenes naturalizados. Por ejemplo, para la restauración de un lagarto montado hecho con una armadura de metal, relleno de serrín y la piel cruda que presentaba un desgarró en el abdomen junto a la cola, se empleó un parche de poliéster adherido con Beva Film 371 aplicando calor con una espátula caliente (Nieuwenhuizen, 1998).

De las distintas publicaciones existentes que comparan métodos de refuerzo (tipo de soporte y adhesivo) que presenta Dignard en su listado, una investigación interesante es la realizada por Richardson (2002) en la que en la restauración de la camisa de piel india ya citada se hicieron varios ensayos para adherir piel semicurtida, usando distintas combinaciones de adhesivos<sup>806</sup> y materiales de

---

<sup>805</sup> Dickinson dice que es útil disponer de una colección de piel envejecida de ejemplares no deseados.

<sup>806</sup> Película Beva 371 de 0,25 mm fabricada por las autoras, Paraloid F-10 en película y 30% PVAc AYAA en acetona.



refuerzo<sup>807</sup>, colocando estos últimos, tanto en el lado de la carne como en el del pelo (Richardson, 2002).

De estas combinaciones, la película de Beva fue la más exitosa siendo fuerte y flexible sin impregnar la piel circundante. El PVAc era el segundo más fuerte pero endurecía la piel adyacente. El Paraloid F-10® en película se fijaba bien pero las formulaciones líquidas de Paraloid F-10 y Beva fallaron y además tiñeron la piel circundante<sup>808</sup>. Más adelante se probó con éxito el Jade 403 entretejiendo las fibras de la piel entre sí. No parece que haya diferencia en la estabilidad entre los lados de pelo y de carne.

Respecto a los soportes no existía grandes diferencias para la elección ya que todos podían ser coloreados con acrílicos, eran fuertes y flexibles y podían ser desflecados. El Reemay poseía la ventaja de que se mantenía mate y se podía desflecar el borde sin cambiar de color. El Cerex al ser tan fino se traslucía el brillo del adhesivo pero era muy flexible siendo adecuado en zonas de piel finas.

En la misma camisa se utilizaron diferentes materiales de apoyo para adecuarlo a las necesidades concretas y como esto es inusual, el uso de los diferentes materiales se documentó profusamente. En algunos casos se humectaban antes localmente para relajar las grietas.

La camisa presentaba espolones como adornos. El problema de éstos es que eran frágiles y vulnerables ya que dada su forma tienen tendencia a agarrar. Los espolones sueltos se estabilizaron con Beva 371 con el método ya descrito. En algunos casos franjas de pelaje se volvieron a colocar en sus lugares originales con el método anterior pero sólo si podía determinarse por su forma el lugar original<sup>809</sup> (Richardson, 2002).

---

<sup>807</sup> Papel japonés, Hollytex (tejido sin tejer de poliéster), Reemay (tejido sin tejer de poliéster, más fibroso que el Hollytex) y Cerex (tejido sin tejer a base de hilos de nylon unidos por fusión).

<sup>808</sup> Como el Mylar® intercalado entre la espátula y la piel imparte brillo cuando se interpone entre la fuente de calor y el soporte a adherir para evitar las quemaduras, en este caso se aplicó el calor con la espátula directamente evitando no tocar la piel circundante (Richardson, 2002).

<sup>809</sup> Ejemplo de anastilosis.

### 16.5.2.3 Anexos cutáneos: plumas y pelos

Ya se ha comentado que muchas plumas y pelos se desprenden por efecto de la contracción de la piel o por el ataque de bacterias. Otras presentan daños debido al ataque de diversos insectos, o a manipulaciones inadecuadas partiendo los raquis de las plumas.

Para paliar estos problemas se han aplicado tratamientos diversos:

#### Consolidación y inserción de plumas y cabello desprendidos

Ya que la desecación de la piel contribuye a que los folículos de las plumas se abran y como consecuencia las plumas se desprendan, la única opción frente a este problema es realizar una consolidación general de la piel asegurando las plumas con un adhesivo (Graemer y Kite, 2006).

Actualmente no existe un método satisfactorio para asegurar áreas significativas de caída de plumaje o pelaje (Rae y Wills, 2002).

Jack Thiney recomienda para encolar pelos y plumas especialmente cortos o en los que aparece la epidermis, y se puede producir brillos del adhesivo, el uso de resinas de poliéster que pueden ser coloreadas y teñidas y permiten un tiempo de trabajo largo (Thiney, 2002). Estas presentan el inconveniente de su alto grado de irreversibilidad.

Simon Moore, aconseja ordenar las plumas desprendidas siguiendo las áreas del cuerpo y luego clasificarlas por tamaños antes de re-adherirlas. Las plumas las va adhiriendo una a una hasta formar una capa completa, y espera de 30 min a 1 hora de secado para añadir otra capa. Los errores en la disposición de las plumas, dice, se detectan fácilmente porque las plumas erróneas no casan en la secuencia del plumaje. La curvatura del plumón es muy importante para sostener las plumas superiores formando una forma correcta del cuerpo del ave (Moore, 2009).

Las plumas desprendidas se pueden volver a unir con HMG®, adhesivo de nitrato de celulosa (S. Moore, Ciencias Naturales Conservador, HCCMS. Com. personales., 2006, citado por Hill, 2008).

La inserción individual o múltiple de plumas se puede hacer levantando la capa superior de plumas con una espátula e insertando el extremo del raquis de la pluma readherida al soporte, dentro, realineándola luego con un acicalado con los dedos (Moore, 2009).

Cuando algunos especímenes han sufrido un ataque virulento por insectos y tienen grandes extensiones de plumaje desprendido y suelto, como último recurso se puede consolidar estas zonas con un spray de fijación. (Hill, 2008).

"La pérdida de cabello es un problema muy común" (Horie, 1988, p.59). El pelo tiene tres puntos principales de debilidad: dentro del folículo piloso, cuando sale de la piel y a lo largo del tallo piloso. En cada uno de los puntos se produce la separación de la piel. El termino pérdida de cabello "hair

*slippage*" se debe limitar a la pérdida del pelo completo incluyendo la raíz del folículo, debido a la degradación del folículo generalmente por acción enzimática o bacteriana o/y por la abertura del folículo, soltándose el bulbo de la raíz. Aún nadie ha conseguido encontrar una solución para resolver este problema.

Por otro lado, la degradación de la estructura del pelo conduce a la rotura, bien en la zona donde asoma el pelo respecto a la piel o a lo largo del tallo. La única manera de lograr mantener los pelos en su lugar en los años 80 del siglo XX, era por medio de una controvertida polimerización en fase de vapor de poliparaxileno. Este producto recubre el pelo con una capa fina, encapsulándolo y protegiéndolo. Este polímero presenta el problema de que es inestable a la luz y probablemente también se oxida. De emplearse solo se contemplaría en especímenes valiosos cuya pérdida sería desastrosa.

Algunos insectos por otro lado se alimentan de la base de los tallos del pelo, convirtiéndose éstos en una especie malla enmarañada. De esta manera los pelos se mantienen enredados hasta que caen. No hay un método para volver a unir los pelos individuales junto con sus raíces, pero sí se ha propuesto fijar el cabello enmarañado en un soporte de papel con adhesivo que luego se pega de nuevo al espécimen (Horie, 1988).

En ocasiones estas marañas se pueden adherir sin emplear un soporte. Algunos mechones en el torso y la axila del orangután del museo de Búfalo ya citado que estaban desprendidos y se sostenían al estar enredados los unos con los otros se volvieron a colocar utilizando Paraloid B-72. Los pelos individuales desprendidos se recogieron y se agruparon y se volvieron a unir con Paraloid B-72 en lugares discretos ya que la ubicación original era desconocida. Los pelos más pequeños y pelos desprendidos durante la fotografía final se introdujeron en una bolsa para conservarlos junto con el espécimen (Ritchie, 2013)

Para evitar estos problemas en ocasiones las pieles de estudio se han forrado por el reverso empleando una tela adhesiva. Esto es inviable en especímenes montados ya que habría que desmontar la piel.



**Figura 356. Forración de una piel de linco.**

Por esta razón como conclusión las únicas acciones viables en la actualidad son las reinserciones de pelo y pluma uno a uno o a través de un elemento de "intermediación" como una película por ejemplo de papel japonés adherida a la zona de pérdida.

### Refuerzo de Plumas

Al margen de la pérdida de plumas, éstas pueden permanecer en su lugar pero presentando daños como roturas, fracturas, lagunas, pliegues, aplastamientos y fisuras producidas por numerosas razones (Legrand-Longin, Tiêu, Elarbi y Dejean, 2006).

Cuando las plumas se deterioran es difícil reconstruirlas (Guillemard, 1993). La dificultad radica en que las plumas atacadas quedan debilitadas o desmenuzadas cayéndose y la capa subyacente de plumón se mezcla a menudo con el plumaje superior causando bultos de difícil arreglo (Moore, 2009).

La consolidación o adhesión de plumas no puede considerarse total ya que la fina estructura no permite suficientes puntos de contacto. El adhesivo utilizado para adherir o consolidar las plumas debe ser flexible para no aportarles rigidez y volverlas más frágiles alrededor de los puntos de consolidación. (Guillemard, 1993).

Existen muchas técnicas para consolidar plumas que presentan daños estructurales, pero a menudo no sirven para las zonas más finas. En función de la zona del daño se pueden aplicar unas técnicas u otras. Por ejemplo si la ruptura se produce en la parte más rígida y larga del cálamo y el raquis, (Legrand-Longin et al., 2006), al ser hueco, este puede ser reparado introduciendo otro elemento en el interior, como un trozo de paja, un tubo de acrílico o el raquis de otra pluma. (Guillemard, 1993). Así mismo se puede insertar o encolar un alfiler de entomología, varillas de fibra de carbono o plexiglás, o palillos de dientes de bambú o fragmentos de otros cálamos (Legrand-Longin et al., 2006).

Si el cálamo o raquis está roto o plegado se pueden fijar férulas hechas de otros cálamos y raquis colocados a lo largo de los originales para reforzar dicha zona. Estas piezas suelen ser encoladas con resinas acrílicas o acetatos de polivinilo (Legrand-Longin et al., 2006). Allyson Rae utiliza Mowliith® al 50% en acetona para adherir un cálamo de sacrificio en el reverso del raquis de las plumas rotas o dobladas (Rae, 2014).

También se puede emplear un hilo de poliéster o de algodón impregnado para consolidar raquis finos y barbas. (Legrand-Longin et al., 2006).

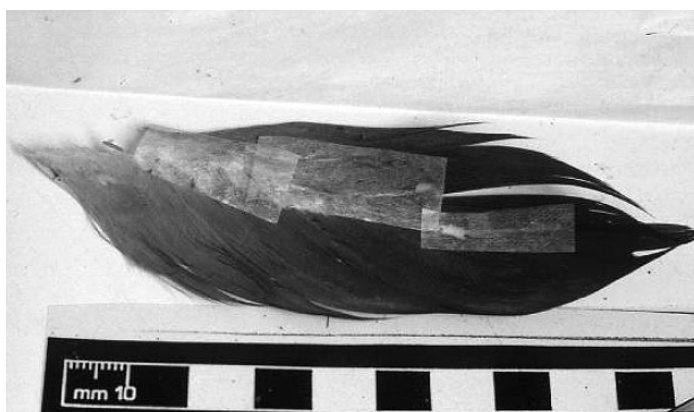
### Parche y Forración

Cuando el cálamo de la pluma es grueso y si presenta roturas, pliegues o fisuras, se puede forrar esta zona. Igualmente se pueden hacer forros para rellenar lagunas en las barbas (Legrand-Longin et al., 2006).

Además de los adhesivos ya citados también se utilizan otros como colas naturales, éteres de celulosa (Legrand-Longin et al., 2006) y PVA asociado o no a materiales de forrado transparentes y ligeros como el poliéster no tejido o la crepelina de seda (Guillemard, 1993; Legrand-Longin et al., 2006).

Respecto al uso de papel japonés el grado 8 gsm del tejido Gampi es idóneo. Este puede ser recubierto con PVA de pH neutro funcionando a la vez como un revestimiento y adhesivo para formar una pseudo-piel y unir las áreas restantes dándole más fortaleza (Moore, 2009, 51).

En la restauración del plumaje de especímenes naturalizados, si el plumón se ha desmenuzado puede ser aconsejable omitir alguno salvo que el ave sea rara o valiosa. Para compensar el plumón omitido y mantener una superficie uniforme de plumaje se puede hacer con capas de tejido. El plumón tendrá que ser cepillado con 50:50 de acetona: agua y después se repara con papel japonés a lo largo del raquis. Las barbas y bárbulas se pueden unir con pequeñas cantidades de adhesivo sobre un tejido unido al raquis de la pluma para reconstruir la pluma si hiciera falta (Moore, 2009), a modo de forro.



**Figura 357. Parches de papel japonés en el reverso de una pluma**

Cuando el raquis ha sido carcomido parcial o totalmente pero aún las barbas de las plumas están entrelazadas se puede montar la pluma sobre un pseudo eje con una tira de papel japonés de 25 gsm Kozo o Gampi enrollada o plegada sobre sí misma o con una "astilla" plana de madera cortada de un palillo. Para plumas más delicadas o pequeñas se puede usar una tira desplegada y estrecha de tisú (Moore, 2009).

Las reparaciones en las zonas vexilo se desarrollarán más profusamente en el siguiente capítulo de restauración volumétrica.

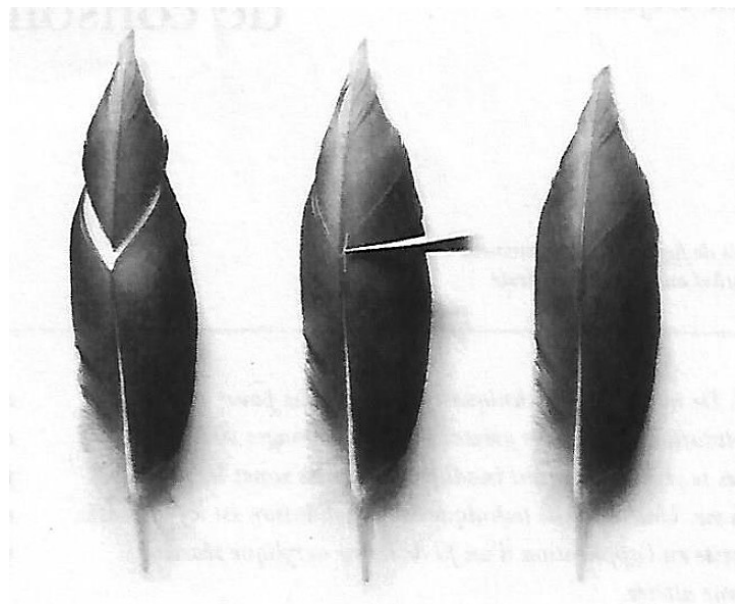
#### *Hilo de Paraloid B72*

En la reparación del raquis si la inserción de una férula como una aguja de entomólogo no es posible o un hilo encolado es demasiado flexible se puede utilizar un hilo de resina acrílica en la zona a consolidar y reactivarlo con un disolvente. Tras la evaporación del disolvente el hilo se solidifica cumpliendo su función sustentante (Legrand-Longin et al., 2006).

Stéphanie Legrand-Longin, Gabrielle Tiêu, Stéphanie Elarbi y Michèle Dejean aplicaron una técnica desarrollada por France Rémillard, restauradora de objetos etnográficos del Centro de Conservación de Quebec de Canadá, consistente en la aplicación de un hilo de resina acrílica reactivada sobre la zona a tratar. La técnica está tomada de la de soldadura en restauración de lienzos en pintura de caballete. En la restauración de plumas el hilo se reactiva con disolvente en vez de con calor dada la sensibilidad de los pigmentos de las plumas a las altas temperaturas.

En la cohesión de la zona debilitada se debe preservar la flexibilidad de la pluma y los materiales utilizados para ello deben ser rígidos para hacer una buena sujeción y flexibles para no impedir la movilidad de la pluma.

La técnica además es inocua, discreta, presentando el hilo un ligero brillo, de fácil ejecución y reversible: si se ejerce una acción mecánica sobre la pluma el hilo tiende a separarse o romperse antes que la pluma. (Legrand-Longin et al., 2006).



**Figura 358. Colocación de un hilo de Paraloid-B72 en el raquis partido de una pluma**

El hilo puede colocarse a lo largo de un raquis, de una barba, a un conjunto de barbas o para unir el raquis con las barbas.

Se eligió para este trabajo el adhesivo Paraloid B-72, por su flexibilidad, carácter termoplástico, estabilidad y reversibilidad y la acetona por su rápida evaporación que limita el riesgo de alteración en los pigmentos de la pluma y facilita la aplicación del hilo por su rápido endurecimiento.



El hilo se puede reactivar antes o después de colocarlo en la pluma, se puede colocar en toda la longitud del daño o solo en unos puntos. Así mismo se puede situar sobre el anverso o en el reverso en función del acceso que se tenga. Para dar rigidez al raquis se puede colocar un hilo por ambos lados.

La ventaja de esta técnica es que con esta forma de aplicación, en forma de hilo, el adhesivo no se extiende realizándose una consolidación precisa. Además la rápida evaporación del disolvente es especialmente útil en plumas poco accesibles acelerando el proceso de unión.

Otro adhesivo alternativo puede ser el Paraloid B-44<sup>810</sup> que podría aportar más rigidez manteniendo la flexibilidad. El uso de otros disolventes menos volátiles podría también ser útil en determinadas ocasiones para aumentar el tiempo de manipulación. (Legrand-Longin et al., 2006).

### 16.5.2.4 Intervención en otros elementos queratinosos

Una restauración llevada a cabo sobre una tortuga puede ser aplicable para la restauración de mamíferos que presentan escamas como los pangolines y armadillos, cuando éstas se encuentran dañadas.

En la restauración de la tortuga galápagos naturalizada del Norwich Castle Museum and Art Gallery (Reino Unido) ya citada se inyectó cola de pescado debajo de las placas del caparazón para adherirlas y se secaron con correas de sujeción (Beaulieu, 2009). Para no desmontar todas las placas se rellenaron las juntas y grietas con una mezcla de PVA, pasta de papel (1 parte) y blanco de España (1 parte). Se aplicó esta mezcla flexible para que las placas del caparazón pudieran moverse sin agrietarse (Beaulieu, 2009).

---

<sup>810</sup> Copolímero acrílico a base de metilmetacrilato con una proporción de más de un 50 % y un monómero desconocido. Posee una Tg de 60° C y es soluble en acetona entre otros disolventes. Es más duro y rígido que el Paraloid B-72. (Muñoz et al., 2014).

### 16.5.2.5 Otros materiales

#### Vidrio

Como ya se ha mencionado los ojos de los especímenes en el 80% de los casos suelen estar hechos de vidrio conformado de diferentes maneras, pintados a mano, pintados a fuego, forma ovalada, etc.

Los daños que pueden sufrir son fracturas, lixiviación o levantamiento de la policromía.

Históricamente se ha empleado en la restauración de cristal resinas epoxídicas. Hoy en día se están descartando debido a sus problemas de reversibilidad y al amarilleamiento, aunque se siguen usando. Por ejemplo en la restauración de materiales arqueológicos del COPHIAM<sup>811</sup> el vidrio desvitrificado se reconstruía y pegaba con resina epoxi para piezas de paredes gruesas y con cianocrilato para aquellas más finas (García, H., 1994).

Actualmente el Paraloid B-72 se ha convertido en una fórmula casi milagrosa y en la mayoría de materiales se prefiere emplear este producto dadas sus cualidades probadas de reversibilidad y estabilidad frente al envejecimiento.

En la restauración de los modelos de vidrio de Blaschka se empleó Paraloid B-72 debido a que es un producto altamente estable y muy reversible, formando una unión más débil que el vidrio, no dañándolo en caso de que falle la unión. Las reparaciones con Paraloid permanecen visibles debido al índice de refracción de este material diferente al del vidrio. ((Meechan y Carter, 2007). Esto debe tenerse en cuenta a efectos de las zonas donde se empleará. En el caso de especímenes naturalizados donde se usará el adhesivo para reparar vidrio fracturado debe sopesarse si interfiere esta restauración en la lectura general del ojo. El adhesivo se puede aplicar para la unión de fracturas o en forma de película creándola sobre una lámina de acetato empleándolo para formar férulas.

#### Consolidación

Aunque es difícil encontrar ojos con daños tan severos, existen tratamientos que se aplican al vidrio arqueológico. Debe tenerse muy en cuenta la composición del vidrio y no usar a la ligera estos tratamientos que exigen una investigación mayor en la aplicación al vidrio de los ojos artificiales. Aunque si es interesante conocer que en otro tipo de vidrio se están aplicando tratamientos efectivos y exitosos.

Para consolidar las lámparas de vidrio de la sinagoga de Lorca se decidió usar Paraloid B-72, por su estabilidad, reversibilidad, capacidad de penetración y por ser más permeable al vapor de agua que otras resinas. La consolidación se efectuó aplicando una película de esta resina disuelta en tolueno al 4% al que se añadió Tinuvin 292<sup>812</sup> al 2% para evitar la oxidación de la resina y por lo tanto el amarilleamiento. Tras la aplicación del consolidante el vidrio recuperó parte de su transparencia (Quiñones, 2008). Así mismo se empleó Paraloid B-72 para adherir los fragmentos rotos, diluyendo esta vez en acetona al 35% y añadiendo igualmente Tinuvin (Quiñones, 2008).

---

<sup>811</sup> Unidad de Conservación del Patrimonio Histórico Artístico Municipal de Alicante.

<sup>812</sup> El Tinuvin 292 es un estabilizador que retiene los radicales libres resultantes de los procesos de oxidación de las resinas.

Actualmente se están empleando otros productos como consolidantes para material pétreo, vidrios y cerámicas a base de silicio que están dando buenos resultados (Newton y Davison, 1989; Fernández Navarro J., 1999, citados por Quiñones, 2008), aunque parece ser que se vuelven irreversibles con el tiempo prefiriéndose por esta razón el uso de resinas acrílicas en la restauración de la sinagoga ya citada (Quiñones, 2008).

Sin embargo en la consolidación de un reloj de arena de un entorno arqueológico se empleó Paraloid B-72 siendo infructuoso el tratamiento, procediéndose entonces dado el alto nivel de degradación que presentaba la pieza al uso de silicona (*silicone process*). Este tratamiento refuerza la matriz del vidrio. También se ha empleado para consolidar un fragmento de botella del siglo XVII procedente de un naufragio dando igualmente muy buenos resultados (Arcak y Kunicki-Goldfinger, 2006).

### Policromía

La policromía no solo puede encontrarse en zonas como tegumentos, también puede estar presente en peanas, colmillos y picos artificiales de madera u otros materiales y también en el reverso de los ojos de vidrio pintados a mano.

El soporte juega un papel importante en el tipo de deterioro que se produce y las operaciones de restauración que se pueden hacer en la policromía. También se ha comentado que no van a comportarse igual una policromía en una piel que en otro tipo de tegumento.

Hay poca investigación sobre el tratamiento de películas pictóricas deterioradas en objetos de piel, y menos en taxidermia. Los tratamientos aplicados, muy investigados en pintura sobre lienzo, tanto en acrílico como otros medios pictóricos, podrían trasladarse a la taxidermia pero con una debida investigación. Lo más parecido es la pintura de objetos etnográficos de piel como guadamecés, que presentan sin embargo la gran diferencia que suelen llevar película de plata u oro, recubierta con lacas y tintes, y en ocasiones pigmentos aglutinados. Las pieles de indios americanos también han sido pintadas, pero con aglutinantes de naturaleza diferente. No obstante, las operaciones efectuadas sobre éstos resultan una aproximación interesante.

### Adhesión (fijación)

Para adherir policromía en madera policromada se han empleado colas animales como cola de conejo o cola de pescado esta última más transparente presentando buenas propiedades (Ordoñez, Ordoñez y Rotaecche, 2009).

Un estudio realizado en 1991 por David Horton-James, Sue Walston y Steven Zounis, comparaba distintos adhesivos sobre probetas de madera policromada. De las 19 resinas probadas la que mejor resultado daba era el Plextol<sup>®813</sup> (Horton-James, Walston y Zounis, 1991).

Estos estudios realizados sobre probetas con soporte de madera pueden ser útiles no solo para tratar peanas policromadas, sino también para materiales como el pico del alca gigante de Rowland Ward o los colmillos de los elefantes del MNCN- CSIC.

### *Consolidación*

Existen algunos problemas asociados a la consolidación de películas pictóricas. Uno de ellos es que el volumen y tipo de consolidante aplicado puede oscurecer las capas de pintura (Hansen y Lowinger, 1990). Esto ocurre en otros materiales pero es especialmente significativo en materiales coloreados.

En una encuesta realizada en los años 90 se consultó a varios conservadores sobre qué productos habían empleado para consolidar objetos etnográficos policromados.

De todas las encuestas recopiladas se sacaron algunas conclusiones como que las soluciones acuosas funcionaban mejor (especialmente éteres de celulosa y gelatina), que el empleo de soluciones orgánicas es preferible para evitar cambios de apariencia y que es mejor la aplicación de varias capas que una sola más concentrada. Además el uso de un disolvente poco volátil minimiza los cambios de apariencia (Hansen y Lowinger, 1990).

Dado que la reversibilidad de una resina en un tratamiento de consolidación es cuestionable, Hansen y Lowinger, recomendaban el empleo de resinas estables como Acryloid B72 (Paraloid B72), PVAc, metil celulsa, carboximetilcelulosa, y emulsiones o dispersiones acrílicas. Se debe considerar también la posibilidad del retratamiento ya que algunas resinas termoestables no permiten esta posibilidad (Hansen y Lowinger, 1990).

La mayoría de estos estudios y encuestas se han realizado sobre objetos de madera por ello la consolidación de capas de pintura en objetos de piel requiere de una investigación mayor.

Algunos ejemplos en piel se citan a continuación:

En la consolidación de la policromía de un panel de cuero dorado se empleó Pantex en tolueno al 1%. (Angus, A., T. Sturge and A. Arponen, 2006 citado por Dignard, 2013). El Paraloid B-67 se ha empleado para consolidar superficies pintadas en cuero o como revestimiento final para proteger dicha superficie o “reformular” un barniz alterado (Thomson y Angus, 2006). El adhesivo Lascaux 443-95 (cera resina) se ha empleado como consolidante para pintura escamosa en cuero (Thomson y Angus, 2006).

Para adherir pintura levantada en ojos de vidrio se pueden emplear tratamientos derivados de objetos etnográficos policromados en este material.

---

<sup>813</sup> Dispersión acrílica

### Papel

Ya se ha visto el alto valor que poseen las etiquetas comerciales y que la mayoría puede presentar fuertes daños como roturas, oxidación y faltas volumétricas.

En muchas ocasiones como se ha visto se deben desmontar para acometer estos tratamientos. Para despegar las etiquetas debe hacerse primero pruebas de solubilidad de las tintas. Si éstas son solubles en agua se debe aplicar previamente ciclododecano en White spirit sobre éstas y ya podrá intentar despegarse por medio de vapor, geles rígidos agar-agar o Laponite RD en agua). Si la etiqueta se ha retirado y se ha tratado, ésta se puede encapsular en film de polietileno (termoplástico), abriendo dos orificios en ángulos diagonales para que posea una micro ventilación (Macarrón, J., com. personal, 2015). De esta manera se puede volver adjuntar al espécimen pero estando ya protegida.

### Adhesión

Para adherir el papel si las tintas son solubles en agua, se puede emplear Metocell<sup>814</sup>, con una proporción de 8 grs/litro, en 80% de etanol absoluto y 20 % en agua destilada. Si éstas son solubles en etanol y otros alcoholes, se puede realizar la adhesión con almidón de trigo y metilcelulosa al 50% en agua (Macarrón, J. com. personal, 2015).

### Consolidación

En muchas ocasiones la pérdida estructural que se produce en el papel al oxidarse se puede reversibilizar simplemente con su introducción en un baño de agua ya que al hidratarse recupera su consistencia estructural. En otras ocasiones el papel debe además desacidificarse para lograrlo. Esto puede hacerse con la adición de Hidróxido cálcico en agua con un pH de 9-10, y nanopartículas de metóxido de magnesio con propelentes comerciales a gas (Macarrón, J., com personal, 2015).

---

<sup>814</sup> Metilcelulosa

### 16.5.3 Conservación curativa de armaduras y soportes

---

Ya que es difícil definir algunos conceptos y operaciones, se ha dedicado un apartado a las intervenciones en la estructura interna, rellenos y peanas. Estos elementos incluyen partes metálicas, en la armadura o rellenos de distinta naturaleza, como resinas, escayolas y materiales celulósicos, así como la madera de las peanas. Aunque estos materiales se tratarán en este apartado, pueden estar presentes en otros elementos, como los alambres en ojos, o las bocas plásticas.

#### 16.5.3.1 Reparación y sustitución de estructuras internas: alambres

Como se ha visto, los alambres de las patas en muchas ocasiones se oxidan<sup>815</sup>, en especial en aves, asomando al exterior y rajando la parte posterior de éstas. Otras veces los alambres se rompen al retirar el espécimen del soporte en una operación de restauración, ya que al estar atacados los alambres por herrumbre las nuevas torsiones pueden provocar la ruptura. (Thiney, 2000).

Para que un metal se encuentre descohesionado, éste debe sufrir un problema grave de corrosión presentando una mineralización. Para devolver la cohesión al objeto se puede aplicar resinas acrílicas (Paraloid o Incralac) diluidas en disolventes de evaporación lenta que serán aplicadas preferiblemente por goteo, aplicando capas sucesivamente (Díaz y García, s.f). La última capa que se aplique se recomienda sea mezclando la resina con un disolvente más volátil para formar una película más compacta en la superficie (Díaz y García, E., s.f.).

Como se verá en el capítulo 17, en muchas ocasiones se aplica sobre el metal un recubrimiento para protegerlo de las condiciones ambientales externas que propician la oxidación. Este funciona en ocasiones como consolidante o fijador de las capas de óxido.

##### 16.5.3.1.1 Soldadura

Cuando un alambre se ha partido, éste puede reunirse de nuevo con un elemento de refuerzo y un adhesivo, imanes o bien se puede soldar. Los tipos existentes de soldadura tradicional pueden dañar el espécimen bien porque salte una chispa o material fundido, y por el calor que se produce durante la operación, y deben extremarse las medidas de seguridad envolviendo el espécimen en una lámina o manta ignífuga generalmente hechas de fibra de vidrio y un recubrimiento de pur<sup>816</sup>, como las comercializadas por Teminsa entre otras.

En la restauración de una escultura de acero de Oteiza "Hillargia" de 1957, se investigó la forma de soldar (unir) la pieza fracturada en un punto de soldadura tras una caída, descartándose la unión por

---

<sup>815</sup> Algunos alambres no están galvanizados, multiplicándose los problemas de oxidación.

<sup>816</sup> Poliuretano monocomponente al agua



soldadura al arco con electrodo de tungsteno y protección gaseosa (TIG) al aportar mucha intensidad térmica, y provocar cambios cromáticos. Por ello se optó por realizar una micro-soldadura con láser (LBW, laser beam welding) siendo una técnica precisa respetando el volumen de soldadura original y muy resistente, soportando gran volumen de carga. La ventaja que presenta este procedimiento es que por medio de espejos se puede focalizar en un área muy reducida minimizando el daño producido por la alta energía del láser (Alfegeme y García, 2012). Esta técnica podría ser probada en especímenes naturalizados.

A menudo fijación y consolidación vienen de la mano, a no ser que el metal esté recubierto por una película pictórica o un recubrimiento de otra naturaleza que entonces si se hablaría de la fijación propiamente si esta película se encuentra levantada. En principio en colecciones de taxidermia no encontraremos dichos recubrimientos en los elementos metálicos a no ser que sea fruto de una restauración.

Existen pocos trabajos publicados en los que se mencione la restauración de armaduras, inclusive en otros sectores como la restauración de escultura. De hecho, la mayoría de las publicaciones referidas a taxidermia hablan de la sustitución de parte de estos elementos para que vuelvan a cumplir su función sustentante.

Dickinson señala que en la mayoría de las aves salvo las de mayor envergadura se puede eliminar el alambre dañado y sustituirlo por otro instalado en el metatarso, haciendo una perforación en la base del pie. Así mismo el área de herrumbre dañada se puede reparar y remodelar (Dickinson, 2006, 132).

Otro ejemplo de sustitución de parte de la armadura se puede encontrar en la restauración de los especímenes naturalizados de los dioramas del Museo L. C. Bates de Hinckley en Maine (EEUU), donde una hiena se unió a un nuevo montaje empleando varillas roscadas, arandelas de acero inoxidable y tuercas. (Harvey y Roth-Wells, 2008).



**Figura 359. Varilla roscada en la pata de una hiena**

De la misma manera en la restauración del orangután del Museo de Búfalo se insertó una varilla roscada en las manos para volver a unir el ejemplar a la rama donde apoyaba (Ritchie, 2013).

Para la restauración estructural de una gaviota perteneciente al diorama “*Great Bass Rock*” en el Ipswich Museum, que tenía un ala desprendida, partida en dos y los alambres corroídos, se retiró el ala completamente y se extrajeron los alambres de las alas. La parte inferior se unió de nuevo al cuerpo usando una varilla de fibra de vidrio, adherida con HMG® (adhesivo de nitrato de celulosa). Tras secarse, el área de unión superior se consolidó con HMG® diluido en IMS y el área reconstruida con papel japonés. Esta misma operación se repitió en la parte de abajo creando una buena base para la adhesión, adhiriendo ambas partes del ala entre sí (Hill, 2008).



**Figura 360. Restauración de un ala de una gaviota**

A veces la armadura se encuentra en buenas condiciones y lo que se ha desprendido son los miembros (la cola, el ala, el rabo o la cabeza por ejemplo).

En la restauración de otra gaviota del mismo diorama que tenía la cola desprendida, se retiró ésta de la armadura de alambre y se consolidó con un fijador en spray y HMG® recolocándose de nuevo sobre el alambre que sobresalía (Hill, 2008).



**Figura 361. Colocación de una cola desprendida en una gaviota**

En la restauración de un pingüino emperador del Worcester Museum cuyas aletas estaban sueltas y en el hombro derecho asomaba el húmero, se perforó la bola de este y se alambró, consolidando también el interior de la cavidad con una solución de Paraloid (el autor no refiere el tipo pero se presupone que se trata de Paraloid B-72) al 10%. El alambre se afiló y se insertó a través del área superior del hombro izquierdo. La aleta se soportó con un pequeño bloque de madera y la película de adhesión final, realizada con una pequeña pieza de tejido (tisú) impregnada en PVA fue introducida en la unión (junta). En la aleta izquierda menos dañada se levantó el plumaje de alrededor de la unión y se introdujeron pequeñas piezas de tejido impregnados en PVA en la zona de unión (Natural-History-Conservation.com, s.f.).

El pie derecho que estaba separado del cuerpo aunque aún estaba unido a la peana, fue recolocado en el alambre de la armadura con masilla epoxi y el plumaje roto se pegó y se acicaló (Larkin y Moore, s.f.) (Natural-History-Conservation, s.f.).



**Figura 362. Inserción de un alambre en la cabeza del húmero**



**Figura 363. Restauración del pingüino emperador del Museo de Worcester**

Katrina Cook explica que las cabezas desprendidas en pieles de aves pequeñas sólo las adhiere, sin embargo las aves más grandes con el cuello fracturado y sin estructura interna (generalmente un palo) pueden suponer un reto mayor. Ella retira algo de relleno (algodón o estopa) tanto del cuello como de la cabeza y lo sustituye con un relleno más rígido que contacte con el resto del relleno original, a base de Paraloid B-72 disuelto en acetona y mezclado con micro esferas de vidrio<sup>817</sup>. Posteriormente inserta un palo corto en la zona de masilla y vuelve a fijar la cabeza en su lugar, de la misma manera en el mismo proceso se coloca la piel suelta, esperando unos minutos hasta que se queda fijada (Katrina Cook, s.f.).

Esta técnica puede adaptarse para animales naturalizados, intentando no obstante no extraer el relleno y en caso de tener que hacerlo, embolsarlo y conservarlo junto al ejemplar, documentando exhaustivamente el proceso, haciendo referencia a que se ha extraído parte del relleno.

Para recolocar la cola y las patas en su lugar Katrina Cook enhebra una aguja larga y ata el extremo del hilo con firmeza alrededor de la base de la cola o en lo alto de las patas donde conectan con el

<sup>817</sup> En muchas ocasiones los restauradores recurren a consolidar o a rellenar el relleno para asegurar la estabilidad y para reforzar la función de un elemento sustentante que se introduzca, como un alambre u otro elemento.

cuerpo, manteniendo una longitud de varias pulgadas que sobresale. Posteriormente inserta la aguja por un agujero (no dice cuál) y saca el hilo por el pecho y volviendo a llevar el hilo al principio se atan los dos extremos con firmeza. En algunas ocasiones debe reforzar la unión en las colas con un poco de adhesivo (Katrina Cook, s.f.).

Gary W. Shugart, gestor de colecciones del Slater Museum of Natural History de la Universidad de Puget Sound, en Tacoma (EEUU), comenta que para estabilizar los cuellos y cabezas desprendidas en pieles de aves, emplea un pincho (éste debe ser lijado con papel de lija para evitar las asperezas y que se deslice con suavidad a través del algodón u otro material de relleno) de tamaño adecuado que va introduciendo hacia arriba a lo largo del cuello hasta la cabeza, teniendo cuidado de que el pincho no se desvíe y perfore la piel en un sitio inadecuado. Si es necesario el palo puede ser fijado inyectando adhesivo, en varios puntos como la cabeza, el cuello o el cuerpo (Shugart, s.f.).

Esta técnica también se puede emplear para fijar las patas o fortalecerlas atando un palo que se extienda desde la región de la cloaca. Para unir las colas, se perfora desde el pigostilo dentro del cuerpo y se encola para reforzar la unión. El pincho se puede cortar para que no se vea, o se puede dejar sin cortar para manipular aves frágiles. (Shugart, s.f.).

Irene E. Torres del UCD Davis de Chile, comenta que para estabilizar las aves con el cuello suelto, inyecta adhesivo escolar marca Elmer®<sup>818</sup> a lo largo de palo de sujeción central del cuerpo. Las alas desprendidas, ella las hilvana de nuevo al cuerpo pasando un hilo a través del éste; esto es más difícil en cuerpos de algodón (Torres, s.f.).

En los ejemplos referidos, en la mayoría de ocasiones se realizan perforaciones en la piel o en otros elementos, bien por la necesidad de inyectar productos consolidantes o porque se efectúa un cosido o por la necesidad de insertar otros elementos de refuerzo. Aunque en esta tesis se diferencie los criterios aplicados entre acciones de tipo estructural y no estructural, se debería agotar todos los medios a nuestro alcance antes de hacer una acción mutiladora. En definitiva esto es una injerencia en el material y puede constituir un nuevo punto débil (al margen de todos los criterios establecidos que contraviene).

#### **16.5.3.2 Reparación de rellenos y armazones**

Ya se ha dicho en numerosas ocasiones lo diferentes que pueden ser los rellenos en especímenes naturalizados: rellenos blandos a base de distintos tipos de fibras vegetales o rellenos rígidos de escayola o distintas resinas.

Estos pueden presentar descohesión o falta de relleno en rellenos blandos, o roturas, faltas volumétricas, disgregación o hundimientos en rellenos rígidos.

---

<sup>818</sup> Parece ser que esta cola es PVAc



Es imposible abordar todas las operaciones que se han usado o son susceptibles de aplicarse a estos materiales, dada la gran cantidad de componentes y deterioros asociados que pueden presentarse pero se citarán algunas.

#### 16.5.3.2.1 Rellenos blandos

##### *Consolidación*

Algunas acciones de consolidación ya se han visto como método de refuerzo de un elemento estructural. Pero en ocasiones éstas se hacen de manera aislada para reforzar piezas inestables.

Dickinson sugiere que si el interior está fabricado con un relleno blando o las varillas de las patas son muy delgadas, el problema de inestabilidad se puede solucionar por ejemplo en animales pequeños identificando los puntos de movimiento e inyectando polyfilla<sup>819</sup> o algún consolidaste similar en éstas áreas y alrededor empleando para ello una aguja del gran calibre (Dickinson, 2006).

En la restauración del pingüino emperador del Worcester Museum ya citado, el relleno de cáñamo se consolidó con Paraloid B-72 al 10% en acetona) (Natural-History-Conservation.com, s.f.).

En especies grandes como osos o tigres James Dickinson ha estabilizado con éxito cuerpos blandos de paja, conduciendo tramos de tuberías de plástico en las áreas de movimiento y vertiendo una mezcla de PU de dos componentes. Este mismo autor señala que mediante la aplicación de espuma de "poca expansión" en pequeñas coladas se puede impregnar una gran superficie de un cuerpo, o zonas de éste como una pata o un cuello flácido hasta que se rigidifican. (Dickinson, 2006).

#### 16.5.3.2.2 Rellenos rígidos

- **Plásticos**

Los rellenos plásticos suelen ser de diferente naturaleza, los más frecuentes son el poliuretano o el poliéster, pero también los nitratos y acetatos de celulosa de bocas. Para la restauración de éstos se pueden recoger experiencias de otras disciplinas como la restauración de escultura contemporánea.

##### *Adhesión*

Existen muchas técnicas de adhesión aplicables para plástico. Algunas emplean adhesivos y/o elementos de refuerzo o simplemente disolvente o calor para reactivar la resina (recordar que muchas tienen una naturaleza similar a los adhesivos).

No todos los adhesivos son idóneos para todos los plásticos y el empleo de uno inadecuado puede estropear la junta de unión (tanto durante la adhesión como en el proceso seguido para eliminar el

---

<sup>819</sup> Es un material de relleno compuesto principalmente por sulfato cálcico, éteres de celulosa y agentes retardantes no definidos. Posee más tiempo de trabajo que la escayola. Es fácilmente reversible con agua o de manera mecánica pero tiene poca capacidad de agarre en superficies lisas (Buys y Oakley, 1996).



adhesivo inadecuado) haciendo más difícil posteriormente casar dicha fractura. Para que un adhesivo pueda realizar una buena función adhesiva, este debe tener una tensión superficial inferior al plástico en cuestión, para que éste pueda introducirse bien en todos los intersticios de la superficie a unir. Por esta razón los adhesivos acosos no resultarían a priori útiles (Santos, 2014). Para algunos plásticos con tensión superficial muy baja como el polietileno es difícil encontrar un adhesivo adecuado, recurriéndose a aplicar calor y hacer una especie de soldadura o a un tratamiento con plasma, "donde se emplea un gas inerte eléctricamente activado para aumentar la energía superficial de plásticos" (Santos, 2015, p. 47).

Debe tenerse en cuenta también que el disolvente que porte el adhesivo puede dañar algunos plásticos (Santos, 2015).

En general para adhesiones estructurales se suelen emplear resinas epoxi o de poliuretano (Santos, 2015).

En la adhesión por ejemplo de una escultura "Plint Serie", de Ger Van Elk, realizada en espuma de poliuretano rígida se hicieron varias pruebas de adhesivos en maquetas, eligiéndose finalmente el Plextol D498<sup>820</sup> mezclado con una carga de óxido de aluminio (Snijders, Weerdenburg y Timmermans, 2011, citado por Santos, 2015).

Como ejemplo de adhesión sin emplear adhesivos se puede citar la restauración de una obra de Jacques Carelman "Le Diamant" realizada con resina de poliéster y fibra de vidrio y pintada con pintura acrílica, se quiso evitar que la aplicación de un adhesivo en la zona de unión creara cuerpo, optándose por aplicar acetona en dicha zona para volver la resina mordiente y de esta manera fijar la base en su posición correcta (Lobato y Ercilla, 2012). En la unión de dos personajes se empleó un adhesivo de secado rápido (no dice cuál) y se inyectó Paraloid (se cree que se trata de Paraloid B-72) para reforzar la unión (Lobato y Ercilla, 2012). Para unir los fragmentos de una calavera, se utilizaron tiras de gasas como soporte adheridas con PVAc, formando una unión invisible (Lobato y Ercilla, 2012).

### Consolidación

Si el ave se ha montado con una forma firme se pueden fijar áreas pequeñas dañadas con un adhesivo, como el PVA. En ocasiones se puede reforzar todo el interior aplicando con una jeringuilla cantidades pequeñas de Paraloid B-72 (Dickinson, 2006).

En la restauración de la obra elaborada con poliuretano, *Viúva Negra* de João Vieira (1934-2009) de 1981 cuya esponja de poliuretano se encontraba descohesionada, se empleó para la consolidación una solución al 5 % de Impranil® DLV con Tinuvin® B75 en agua destilada e isopropanol, pulverizando primero e impregnando posteriormente con pincel a través de papel japonés, seguida de un refuerzo a pincel a través de un nuevo recubrimiento de papel japonés (França de Sá, Ramos, Macedo y Lia, 2012).

---

<sup>820</sup> Metacrilato de metilo y acrilato de butilo

- **Escayola**

### Adhesión

Tradicionalmente se ha empleado para adherir fragmentos de escayola, colas naturales, PVA o resina epoxi entre otros. El problema de las colas naturales es que amarillean con el tiempo y envejecen perdiendo sus propiedades adhesivas o cristalizando. Además ha de reversibilizarse con agua y calor pudiendo dañar la escayola (actualmente como se ha visto se están aplicando otros métodos a base de geles y enzimas para solucionar estos problemas de reversibilidad). El PVAc tradicional tiene un pH ácido y presenta un envejecimiento inadecuado volviéndose insoluble en disolventes que generalmente suelen eliminarlo como la acetona. La resina epoxi presenta el inconveniente de la falta de reversibilidad.

Actualmente el adhesivo Evacon R<sup>®821</sup> está dando buenos resultados así como el omnipresente Paraloid B-72.

### Consolidación

La consolidación de la escayola se puede realizar de manera tradicional con la inyección o impregnación de adhesivos fluidos que penetren en la estructura disgregada o por métodos más modernos como el uso de bacterias que se está empleando en restauración de material pétreo de diversa composición. En otras ocasiones en las que además se produce una falta de relleno se debe inyectar una sustancia con cuerpo (esta última se trataría de una especie de reintegración volumétrica pero principalmente cumple una función consolidante/estructural por esta razón se presenta en este capítulo).

Del primer tipo se pueden presentar algunos casos de consolidación en especímenes naturalizados con cuerpo de escayola:

En la restauración de una cabeza de Gacela Dorcas del *National Museums Northern Ireland* que presentaba descosida la costura a lo largo del cuello y el relleno original que parecía de escayola tenía un aspecto sólido, se decidió consolidar con Paraloid B-72 en acetona (Kerr, 2012).

Con respecto a la cabeza de facóquero común de esta misma institución, ésta sufría daños en el relleno de yeso alrededor de la boca, presentaba grietas y le faltaban algunas piezas. Las orejas también estaban dañadas con faltas y distorsionadas. Se retiró el yeso y la lana de algodón suelta de alrededor de la boca con unas pinzas y un aspirador (este proceso se documentó) y la superficie al aire se consolidó con 10% de Paraloid B-72 en acetona (Carter, 1998 citado por Kerr, 2012).

Del tercer tipo, es decir, el relleno volumétrico de algunas zonas como una acción curativa (algún ejemplo se ha visto también en la consolidación de rellenos blandos) se puede citar el caso curioso de

---

<sup>821</sup> Emulsión acuosa de pH neutro constituida por un copolímero de etileno y aceto de vinilo (EVA). Presenta además de otros aditivos una reserva alcalina de carbonato de calcio (Muñoz et al., 2014). Ojo con la reserva alcalina

la restauración de la tortuga galápago del *Norwich Castle Museum and Art Gallery* (Reino Unido), perfectamente trasladable a aves y mamíferos.

Para evitar que el polvo arsenical con el que se había preparado el espécimen saliera al exterior, se consolidó la pasta de arsénico con una resina acrílica (5% de Paraloid B-72 en acetona) y se extendió una capa de resina epoxi sobre esta y sobre el marco existente en la base al que dio fortaleza, elegida esta resina por su estabilidad dimensional y falta de reversibilidad. Se utilizó fibra de vidrio impregnada en resina para envolver la base del cuello que era la parte más débil (Beaulieu, 2009).

Para rellenar las zonas huecas de las patas delanteras se inyectó una mezcla gelatinosa a base de un 5% de gelatina y  $\text{CaCO}_3$ . Todas las masillas se pintaron para que coincidieran con el color marrón oscuro de la piel con una mezcla de resina acrílica reversible (5% Paraloid B-72 en acetona) y pigmentos (Beaulieu, 2009).

### *Cosido y colocación de otros elementos de unión.*

En escultura de piedra y escayola actualmente se emplean varillas corrugadas de fibra de vidrio. Ya se ha dicho que estas operaciones suponen la "amputación" o el daño parcial del ejemplar ya que se debe en numerosas ocasiones hacer un orificio para albergar la pieza de refuerzo. Luego la junta ha de unirse con diferentes tipos de adhesivo como resinas epoxídicas u otros adhesivos reversibles como Paraloid B-72 o Evacon R que dan buenos resultados.

En otras ocasiones donde se ha producido una grieta o el daño es más importante y se necesita una reparación estructural pero la capa de escayola es fina como para albergar una espiga o ha de reforzarse esta unión para que no se separe, se puede emplear mallas o tejidos de fibra de vidrio adheridos sobre la grieta (preferiblemente en el reverso si la restauración no debe ser visible, o en el anverso si no se puede trabajar desde atrás (aunque la mejor opción es reforzar los dos lados) con resina epoxídica.

Para evitar el estrés de la piel fragilizada en la tortuga galápago del *Norwich Castle Museum and Art Gallery* (Reino Unido), se construyó un maniquí interno al que se le adhirió la piel. Éste se creó con una armadura de malla metálica sobre una base de Plastazote® recubierta después de masilla epoxi modelada para casarla con la estructura de la piel. Para que la reintegración fuera reversible primero se realizó la pieza de relleno y cuando la masilla epoxi ya estaba seca, se adhirió a la piel con PVA. La masilla epoxi que se veía a través de los agujeros de la piel se texturizó y pintó para que coincidiera (Beaulieu, 2009).

#### **16.5.3.3 Peanas y soportes sustentes**

Las peanas pueden no existir o pueden diferentes tipos de daños. Generalmente suelen ser de madera, pero la madera como ya se ha visto se puede encontrar tanto en las peanas como formando

parte de los armazones especialmente en grandes mamíferos o en pequeñas aves como modelos tallados en madera. Así mismo, muchos paquidermos presentan los colmillos hechos en este material o algunas aves el pico. Éstos pueden haber sido teñidos o pintados y presentarán los daños que se han referido en la policromía y así mismo las operaciones de restauración también referidas.

Las reparaciones internas que se deban a hacer no pueden hacerse si no se desmonta parte del espécimen con los riesgos que conlleva o si no existe una abertura en la piel que permita la manipulación.

Respecto a las peanas y otros elementos externos ya se ha visto que la madera puede presentar fracturas, grietas o haber sido comida por insectos xilófagos que la dejan en muchas ocasiones completamente hueca. En otras ocasiones deformaciones difíciles de reversibilizar y ha de buscar la manera de reforzarse para devolver la estabilidad del conjunto.

- **Tratamiento de madera**

Para el tratamiento de madera podemos remitirnos a los tratamientos empleados en el soporte en pintura sobre tabla o en restauración de mobiliario.

Durante el trabajo de restauración de la pena/pedestal hay que tener cuidado de no afectar a las informaciones consignadas en ella (Thiney, 2000).

#### *Adhesión*

Dentro de las colas animales, la cola fuerte es el adhesivo empleado tradicionalmente en la construcción de objetos de madera.

Actualmente también es empleada en restauración de mobiliario en operaciones de adhesión, aplicada en caliente sobre las dos partes a unir. Presenta la ventaja de ser bastante reversible con respecto a otros productos. Como inconveniente es que como se ha visto es bastante sensible a los cambios de HR, volviéndose quebradiza con falta de humedad y con exceso pueden ser atacadas por microorganismos. Además las juntas se ven de color marrón (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeche, 2009). Otras colas empleadas son la de conejo o la de pescado, que no tienen la fuerza suficiente para ser empleadas en adhesiones estructurales (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeche, 2009).

Dentro de las resinas sintéticas la más usada es el PVAc que presenta un poder adhesivo muy alto, pero presenta el inconveniente de que va perdiendo flexibilidad con el tiempo (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeche, 2009).

La resina epoxi confiere enlaces resistentes pero debido a la irreversibilidad que posee se desaconseja su uso (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeche, 2009).

Los cianocrilatos también se han empleado como adhesivos. Se consideran apropiadas para uniones de pequeña dimensión, pero los sistemas para reversibilizarlos como el calor son inadecuados porque pueden dañar la madera (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeche, 2009). Otras colas que no se deben

emplear son las de contacto ya que también presentan el problema de la irreversibilidad entre otros. (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeché, 2009).

### *Consolidación*

Como consolidantes en madera se han empleado tanto aquellos de origen natural como sintético. Dentro de los naturales se puede citar la cola animal, que presenta el inconveniente de encoger cuando se seca, provocando distorsiones plásticas (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeché, 2009), pudiendo en ocasiones llegar a facturar la pieza si ésta se encuentra muy fragilizada. Además aporta gran cantidad de humedad. La viscosidad que poseen también es un problema ya que frena la penetración (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeché, 2009).

También se ha empleado cera de abeja disuelta en disolventes orgánicos inyectada en caliente a través de los orificios de carcoma de la madera. Presenta la ventaja de que no se ve afectada por la humedad, pero como inconveniente es que penetra poco, atrae el polvo y no sirve cuando el elemento a consolidar es un sustentante (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeché, 2009) como una peana.

Dentro de los consolidantes sintéticos las resinas más empleadas han sido el Paraloid B-72 disuelta en distintos disolventes orgánicos de baja volatilidad. Presenta la virtud de que es flexible, no atrae el polvo, es muy estable y no provoca deformaciones plásticas, pero puede conferir un aspecto plástico. Al igual que en el caso anterior no es adecuado en piezas que requieran de resistencia estructural alta (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeché, 2009).

El PVAc posee la ventaja de que tiene un alto poder de penetración, pero presenta el inconveniente de que con el paso del tiempo pierde flexibilidad, aumenta el peso de la pieza tratada, es viscoso y puede migrar al exterior provocando cambios estéticos. Si se disuelve en agua se le añade humedad a la madera resultando contraproducente (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeché, 2009).

La resina epoxi posee un alto poder de penetración. Dada su gran resistencia es apta para consolidaciones estructurales. Presentan no obstante el problema de su alto grado de irreversibilidad, solo posible con tratamientos muy agresivos. Además de ser muy tóxicas pueden dañar el material durante la aplicación debido al calor que desprenden durante el proceso de catalizado de sus dos componentes (Ordoñez, Ordoñez y Rotaeché, 2009).

### *Cosido o inserción de espigas y otros elementos de refuerzo*

Generalmente en madera aunque se han usado elementos metálicos para llevar acabo estos trabajos como tornillos o clavos, estos no se deben emplear. Es más habitual la inserción de espigas de madera. Se debe tener en cuenta el tipo de madera y corte de la madera original para no crear tensiones inadecuadas al introducir un elemento que produzca tensiones opuestas. En principio las espigas deben ser del mismo material que el original o en caso de ser una zona estructural que sean más fuertes, pero estables.

- **Colocación de peanas**

A menudo la peana se descuida, sin embargo es un componente muy importante. No solo es la parte sustentante del espécimen, asegurando la cohesión del espécimen, sino que suele aportar mucha información sobre el mismo y participa en la estética del conjunto. Por otro lado asegura la protección sirviendo de parachoques y permite así mismo desplazar el espécimen sin en la mayoría de las veces tocar al mismo (Guyard, 2002).

Guyard señala que para facilitar el trabajo de museología las peanas se reducen a menudo a su más simple expresión (Guyard, 2002).

Así mismo se cambian constantemente de soporte para adaptarlo a las exposiciones. Guyard afirma que esto es lógico si se considera al espécimen como un bien sustituible, pero inaceptable en objetos patrimoniales. (Guyard, 2002).

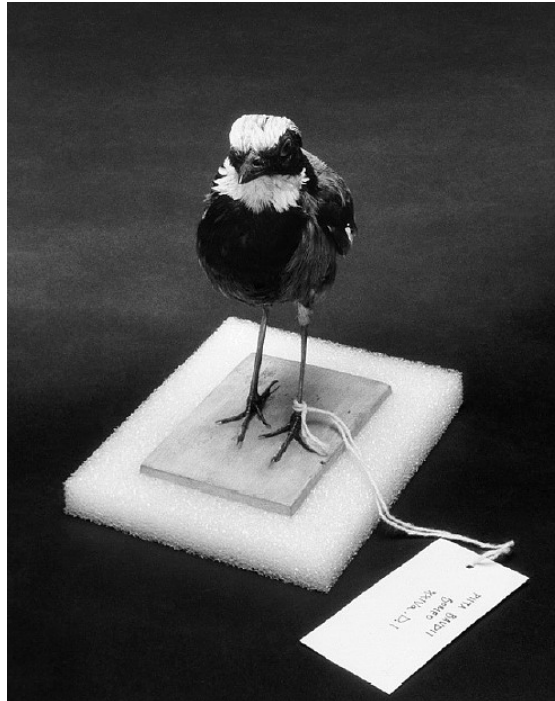
La peana debe ser considerada como parte integrante de la naturalización y salvo en casos de que por cuestiones de conservación deba desmontarse, ésta debe ser inamovible (Guyard, 2002).

Cuando a un espécimen le falta la peana u otro elemento sustentante la adición del mismo es una operación de restauración pero a la vez de conservación curativa porque no cumple una función meramente estética sino más bien de consolidación estructural. No obstante, para adecuarlo a las necesidades museísticas se puede añadir una subpeana (Guyard, 2002).

Recordar que como se comentó en el capítulo de conservación preventiva en muchas ocasiones las soluciones ideadas para el almacenaje podrían ser también válida para especímenes que están expuestos y especialmente aquellos que van a rotar en las exposiciones.

Linda L Thomas en 1992 presentaba algunas soluciones de almacenaje que de igual manera podían satisfacer las necesidades expositivas. Como ejemplo, la colocación de una lámina de polietileno donde encaja la base original para ampliar el tamaño de la misma y de esta manera proporcionar mayor estabilidad al espécimen (Thomas, 1992).





**Figura 364.** “Subpeana” de polietileno para dar más estabilidad a un espécimen, ampliando la zona de apoyo.

En el caso de especímenes que no tienen peana así mismo como se ha visto se pueden idear soportes que facilitan la colocación y el transporte, proveyendo al espécimen de estabilidad (Thomas, 2010).

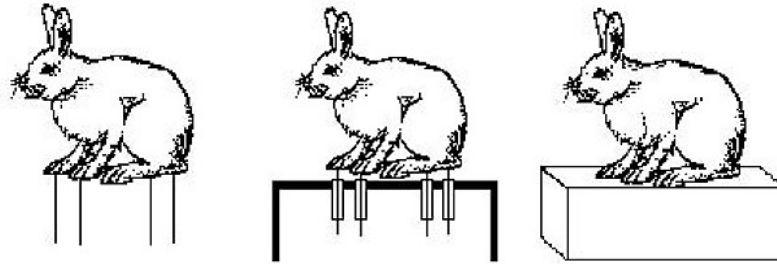
Algunos montajes han perdido la peana pero conservar la rama donde está apoyado el espécimen. Una solución ideada por Linda L. Thomas (1992) se muestra a continuación:



**Figura 365.** Soporte equilibrado para un espécimen fijado a una rama.

En estos soportes se debe tener en cuenta no solo la conformación de la rama sino también el punto de equilibrio. Es decir, si el montaje se inclina hacia adelante, por ejemplo, se debe colocar el apoyo siendo más larga la parte delantera que la sección posterior (Thomas, 1992) (Ver figura 2).

Otras soluciones las hemos visto en el capítulo de conservación preventiva, cuando el espécimen posee los alambres y no queremos doblarlo para no dañarlos. Basándose en los Diseños de Fuller (1992), algunas soluciones de almacenaje para pequeños especímenes pueden ser usadas en exposición, ya que presentan un soporte que ocultan los cables.



**Figura 366. Sistema de soporte para especímenes con los alambres de las patas al aire.**

En otras ocasiones el espécimen necesita un soporte más elaborado como la simulación de una rama o una roca. Para recolocar el orangután del Museo de Ciencias de Búfalo (EEUU) se hizo un soporte imitando una rama gruesa de un árbol sobre el que se agarraba el animal aportando estabilidad sin exceso de peso<sup>822</sup> (Ritchie, 2013).

---

<sup>822</sup> Se adquirió en un comercio de taxidermia una rama artificial de espuma de poliuretano que se modificó para adecuarla a las necesidades específicas del montaje.

#### 16.5.4 Aplicaciones al MNCN-CSIC

---

Muchos tratamientos empleados en especímenes naturalizados pertenecientes a otras instituciones son aplicables a las piezas del MNCN. Además como se ha visto en otro tipo de colecciones se está investigando y aplicando protocolos que aún no han sido desarrollados ni utilizados en colecciones de historia natural, en especial en materiales novedosos como son los plásticos. Las experiencias seguidas en algunas investigaciones pueden ser trasladables a las piezas nuevas del museo que presentan rellenos rígidos a base de resinas, en especial muchas cabezas y trofeos que han sido incautados y tienen una conformación más moderna.

Como ya se ha visto las piezas del MNCN tras haber sido restaurados vuelven a presentar daños en estas zonas, especialmente grietas en la piel, tanto en las colecciones almacenadas en el almacén de Arganda como en los especímenes expuestos en el Museo.

Por esta razón se debe no solo averiguar cuáles son las razones de los nuevos daños, sino también investigar qué materiales serían adecuados para la restauración (adhesivos y materiales de refuerzo).

Algunas piezas ya vistas en el capítulo de deterioros, no fueron intervenidas durante la restauración de 2010 llevada a cabo por Taxidermia Garoz dado el lamentable aspecto que presentaban (falta de peana, corrosión de armaduras, amputaciones, plumas carcomidas o grietas, entre otros daños).

Aunque es un trabajo laborioso ya se ha visto que muchas aves que tienen las plumas dañadas se pueden restaurar y lo mismo aquellas piezas que presentan otros daños.

No obstante, se debe investigar en la restauración de estructuras internas ya que muchos especímenes presentan daños de tipo estructural y no hay apenas investigaciones ni publicaciones a este respecto.

## 16.6 RESTAURACIÓN

### 16.6.1 Introducción

---

Entre los diversos problemas de conservación está el relleno de espacios cuando se producen pérdidas. (Nieuwenhuizen, 1998).

Jack Thiney refiere que el tapado de fisuras contribuye además de a producir una superficie homogénea, a soldar los bordes de la herida (Thiney, 2002).

Cuando se produce una pérdida de una parte del objeto, según la dimensión del daño, se define como mutilación o laguna.

¿Qué se entiende por laguna?

"La laguna es una interrupción en el tejido figurativo, mutilando la imagen" (Brandi, 1961, citado por Macarrón y González, 2004, p.118). Según la Teoría de la Gestalt la laguna actúa como figura respecto a un fondo (Macarrón y González, 2004).

Según Paul Philippot, reputado conservador y director del ICCROM<sup>823</sup>, la perturbación varía según su localización, determinando el tipo de retoque y la conveniencia o no de reintegrar (Philippot, 1959, citado por Macarrón y González, 2004).

¿Qué se entiende mutilación?

El diccionario Larousse, 2007, define mutilación con dos acepciones:

1. "Separación o corte de un miembro o una parte del cuerpo de un ser vivo que se produce en circunstancias violentas" y
2. "Corte o supresión de una parte de una cosa".

El diccionario de la lengua española de Espasa Calpe en su edición de 2005 define mutilación como:

1. "Separación traumática de una parte del cuerpo" o
2. "Separación de una parte del todo al que pertenece".

Como ya se ha dicho en la introducción a este capítulo, la restauración, operación encaminada a recuperar la legibilidad y unidad formal de la obra de arte, comprende entre otras operaciones la de reintegración.

¿Qué se entiende por reintegración?

---

<sup>823</sup> The International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property con sede en Roma.

Podemos decir, en términos generales, que la reintegración es la reconstrucción de lo que falta, es decir, de una laguna u otro tipo de pérdida volumétrica, incluyendo en este proceso, en ocasiones, la igualación cromática.

Cesare Brandi, fundador del ICR<sup>824</sup> e inspirador de la Carta del Restauro, contemplando las tres dimensiones de la obra de arte (material, estética e histórica), definía la reintegración como la operación encaminada a:

Devolver la legibilidad a la obra: restablecimiento de la unidad potencial de la obra para que sea posible su disfrute, sin cometer un falso artístico o histórico y sin borrar las huellas del paso del tiempo por la obra (Brandi, ).

Otras definiciones que conviene tener en cuenta son las normas UNE que definen como reintegración:

“Adición de material con el fin de facilitar la percepción y la comprensión de un bien” (...) “Nota: La reintegración respeta el interés patrimonial del bien y se basa en evidencias”, y como ejemplo pone “retoque, relleno de lagunas, inserción, repinte, etc.” (AEN/CTN 4, 2012, p. 15).

No se volverá a mencionar la definición del ICOM puesto que ya se hizo en la introducción a este capítulo.

#### 16.6.1.1 Criterios de intervención

Desde principios del siglo XX, los criterios planteados hasta la actualidad en reintegración de bienes culturales se fundamentan en las propuestas de Cesare Brandi y de la Restauración crítica, recogidas también por algunas de las principales recomendaciones y normativas, y que consisten básicamente en la no intervención por analogía, que la parte reintegrada sea reconocible y reversible y que se evite el uso del mismo material que el original para evitar falsos químicos e históricos. Pero como se ha visto en la introducción a este capítulo, algunos de estos criterios no pueden aplicarse rigurosamente a las colecciones de taxidermia, como la no intervención por analogía o la reconocibilidad de algunas reintegraciones.

Los criterios planteados en el decálogo del Ministerio y el Código ECCO parten de los principios establecidos en la Carta de Atenas y de Venecia.

En el Decálogo del Ministerio de Cultura Español se establecen unas pautas que han de seguirse para restaurar las piezas:

“Sólo se recurrirá a la reintegración cuando sea necesaria para la estabilidad de la obra, o de algunos de sus materiales constitutivos; en aquellos casos en los que concurran circunstancias especiales, la decisión deberá aportarse por un equipo profesional. Siempre se respetarán la

---

<sup>824</sup> Istituto Centrale di Restauro, actual ISCR, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro.

estructura, fisonomía y estética del objeto con las naturales adiciones del tiempo (Ministerio de Cultura, 2007)

“Son innecesarias las reintegraciones cuando las lagunas, una vez realizado el proceso de limpieza, quedan perfectamente integradas en el efecto cromático y estético del conjunto y no afectan a la estabilidad del objeto”.<sup>825</sup>

“Si es necesario realizar reintegraciones, se determinará previamente el criterio a seguir y la metodología de trabajo, siendo prioritario el máximo respeto al original. Siempre que sea posible, se recurrirá a cualquier documento, gráfico o escrito, que aporte datos fidedignos del aspecto original de la obra”.<sup>826</sup>

“En cuanto a soportes y estructuras, en ocasiones es preciso efectuar consolidaciones o reintegraciones por problemas de estabilidad de la obra o de su función”. Dependiendo de la amplitud de la laguna a reintegrar y de las características de la misma, se utilizarán materiales similares a los originales o bien materiales sintéticos.

A continuación se examinarán algunos procedimientos y técnicas de reintegración de pintura, escultura y arqueología, utilizados actualmente.

#### **16.6.1.2 Técnicas de reintegración**

Hoy en día aún existen dos tendencias diferenciadas de reintegración que no siempre son aplicables a distintas obras de arte, tanto para la reintegración volumétrica como para la cromática. Éstas son:

- La reintegración ilusionista
- La reintegración reconocible,

El uso de una u otra está motivado por diversas razones que se han expuesto en la introducción a este capítulo.

Dentro de la reintegración reconocible existen diferentes técnicas de reintegración volumétrica que van desde estucar a un nivel más bajo que la superficie del original para diferenciar la reintegración o incluir una masilla lisa en zonas que poseen textura. También se suelen hacer marcas en estas zonas para diferenciarlas como una zona de reintegración (rallado en la superficie del estuco, borde punteado o marcado en el perímetro de la laguna o hacer un bisel en la zona de unión del estuco con el original.

Respecto a la reintegración volumétrica imitativa se encuentra la imitación sobre el estuco o masilla de la textura circundante a la laguna. El estuco se deja a nivel de la laguna.

Otras cuestiones se detallarán en el apartado correspondiente.

---

<sup>825</sup> Hay que intentar que este criterio se incorpore a la restauración de las colecciones de historia natural

<sup>826</sup> Como se ha visto en la introducción a este capítulo, en la restauración de taxidermia se ha de recurrir a la representación de la especie.



Respecto a la reintegración cromática, la invisible consiste en imitar completamente el color, la forma y el dibujo de la zona circundante por medio de diversas técnicas, como la copia por analogía (basándose en otras figuras similares) o por imitación a partir de documentos gráficos (fotografías, dibujos, etc), reproduciendo la zona faltante mediante técnicas pictóricas tradicionales (veladuras o aplicación de colores sólidos) o por métodos digitales, empleando técnicas de impresión, imprimiendo la zona faltante reproducida digitalmente a partir de un modelo 2D, en una lámina que luego se adhiere a la zona de falta.

En cambio la reconocible, se realiza con técnicas que permitan la lectura general de la obra sin disturbarla pero siendo fácilmente reconocibles a una distancia prudencial.

Entre ellas se encuentran la tinta neutra, que consiste en entonar la zona de pérdida con el conjunto cromático de la obra, escogiendo un color supuestamente neutro, que entone con todos los matices de la obra. Esto puede hacerse mediante una tinta plana o por abstracción cromática, por medio de puntillismo, rigattino o trateggio. Las otras técnicas que se suelen emplear son la reintegración reconocible mediante selección cromática reproduciendo el dibujo y el color con líneas o puntos.

### 16.6.2 Reintegración volumétrica.

---

En este tipo de colecciones la reintegración volumétrica es complicada, ya que las intervenciones deben aparecer a priori como invisibles (aunque siguiendo las recomendaciones y criterios en materia de restauración, éstas deben ser reconocibles por algún medio), puesto que como se ha visto con anterioridad la finalidad de la taxidermia es representar a un animal como si estuviera vivo.

¿Pero qué hacer si un espécimen está tan deteriorado que con los métodos de hoy es costoso y difícil devolverle una lectura funcional?, ¿Se debe dejar en el olvido o es más lícito que recupere una coherencia en su apariencia, aunque ésta no sea exactamente a la que estamos acostumbrados?

La forma de hacer en taxidermia está variando como hemos visto en el capítulo de historia y se verá en el de ética. Por eso el tipo de representaciones que nos encontremos en los Museos de Ciencias quizá con los años irá variando de ser naturalistas a tener otro tipo de contenido e intención. La función de los animales naturalizados ha ido variando con el paso de los años y eso también puede repercutir en cómo restauramos este tipo de obras. El concepto de restauración arqueológica que se da en otro tipo de museos o en las colecciones de estudio, puede empezar a tener cabida en las colecciones de taxidermia.

En reintegración volumétrica se debe contemplar algunas cuestiones que repercutirán a nivel técnico y estético, como son las características morfológicas y técnicas de la obra original, tipología de las faltas o lagunas, condiciones medioambientales, intervenciones anteriores, existencia de textura en la zona circundante a reproducir, estado de conservación de dicha zona circundante o la estabilidad y situación de la parte que va a recibir la reintegración.

Por otro lado, si debemos anclar de alguna manera estas reconstrucciones al original con el consiguiente daño que le puede ocasionar, se debe determinar si éste será un mal menor frente a la conservación general cómo ya se ha comentado.

A veces la reintegración cromática se puede realizar al mismo tiempo que la volumétrica cómo en el caso de masillas de relleno coloreadas o reproducciones realizadas por moldeo, donde se aplica una primera capa de color en la masa o el molde.

#### Tipologías de daños a intervenir

Al tener una variedad enorme de materiales a los que enfrentarnos y como ya se ha comentado, a representaciones muy variadas, nos centraremos en naturalizaciones estándar (no a dioramas ni animales vestidos o con elementos añadidos como en las humanizaciones). Esto quiere decir, que se trata de un espécimen sencillo, compuesto por la piel, su relleno (blando o rígido), una armadura interna de metal, elementos óseos y córneos del cuerpo, otros atributos como los ojos artificiales y la peana generalmente de madera.

De esta manera como ya se ha visto en el capítulo de deterioros se pueden encontrar a nivel general:

- Grietas (en piel, cuernos y otros elementos).
- Roturas y faltas (orejas, lenguas, dientes, cuernos) con una pérdida parcial de materia.
- Hundimientos.
- Falta de apéndices (como colas, patas, plumaje-pelaje/piel

Para presentar las posibles reintegraciones volumétricas, en este caso se va a diferenciar entre dos tipos de intervenciones: las reconstrucciones volumétricas que reproducen zonas y apéndices faltantes (amputaciones) con lo que llamaríamos "prótesis" y las que rellenan espacios como grietas y lagunas con masillas de relleno y otros productos.

En este caso nos centraremos en cuatro tipos básicos de reintegración volumétrica:

- A través de masillas de relleno,
- Por medio de prótesis recreadas por medio de moldeo o reproducciones con ingeniería 3D.
- Y/o injertando elementos naturales o artificiales,
- Otras reintegraciones volumétricas.

Algunas propuestas para diferenciar las zonas de reintegración volumétrica, al margen de las ya comentadas, se presentan a continuación. Cuando empleamos elementos naturales como piel, plumas o pelo, para evitar problemas de reconocibilidad, éstos pueden ser diferenciadas con ayuda de distintos recursos, cómo dibujar una línea en el perímetro de la reintegración, visible mínimamente con luz natural o con radiación UV, que delimite la zona del injerto, o bien mediante el estampado por estarcido de una letra (por ejemplo una F de falso/false), visible igualmente como en el caso anterior a simple vista o con radiación UV.

En caso de que se trate de una reproducción se puede poner una R de reproducción o réplica o una C de copia esgrafiada en la masa<sup>827</sup>.

---

<sup>827</sup> Algo similar puede verse en la restauración del conjunto de ocho leones de bronce dorado del Museo Prado por Elena Arias donde para evitar un falso histórico, en la copia que se hizo de uno de ellos se realizó una inscripción incisa en la que se lee «Museo del Prado MMIV». (Arias, 2011).

### 16.6.2.1 Reintegración con masillas de relleno

La reintegración volumétrica es uno de los procesos más controvertidos. En el pasado los restauradores no se han cuestionado los efectos que los materiales empleados causaban en la conservación de las piezas (Países, 2013), sin embargo actualmente se están realizando numerosas investigaciones sobre el comportamiento de distintos materiales de relleno.

Históricamente para realizar reintegraciones volumétricas por ejemplo en piel se han empleado productos como piel, gelatina, cera, cera-resina, emulsiones de cola blanca, poliuretano, resinas y masillas hechas con resinas comerciales cuya carga podía ser fibras de colágeno, de celulosa o microesferas de vidrio (Nieuwenhuizen, 1998).

A la hora de elegir una masilla apropiada de relleno, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Propiedades de la masilla de relleno
- Composición:
  - Tipo de aglutinantes
  - Tipo de cargas
- Metodología de aplicación y conformación de la morfología (estructuración? según apuntes Alicia)
- Unión de la masilla con el soporte original

#### *Composición y propiedades de la masilla de relleno*

Una masilla de relleno se compone de un aglutinante y de una carga que le da cuerpo. En función de la proporción y el tipo de carga se lograrán masillas más líquidas o más espesas que van a marcar la metodología de aplicación.

Los productos de relleno deben cumplir los criterios de conservación en referencia a la fuerza apropiada, estabilidad, flexibilidad, adhesión, envejecimiento, apariencia y fácil identificación. (Nieuwenhuizen, 1998)

Muchas masillas de relleno se comercializan ya preparadas como el Modostuc<sup>®</sup>, el estuco Valentine<sup>®</sup>, la Polyfilla<sup>828</sup>, las pastas de madera, las masillas epoxídicas como Milliput o de poliéster entre otras. Las ventajas de estos productos es su facilidad de uso, las desventajas es que su formulación completa es secreta pudiendo interactuar de manera indeseable con el material a restaurar.

---

<sup>828</sup> Es el nombre comercial de una gama de productos empleados para trabajos de bricolaje. Se comercializan en forma de masilla de diferentes naturalezas según la aplicación (madera, metal, pared, etc). La que se suele emplear en restauración es la Polyfilla stucco per interni in polvere, cuya composición exacta se desconoce; es un estuco cálcico reforzado con material celulósico suministrado en polvo que debe mezclarse con agua (Muñoz et al., 2014).

## 16.6. RESTAURACIÓN.

### 16.6.2. REINTEGRACIÓN VOLUMÉTRICA

---

Algunas masillas creadas y patentadas por instituciones o profesionales particulares, presentan buenas propiedades y han sido ampliamente investigadas. Éstas en numerosas ocasiones no han sido comercializadas dificultando su acceso al restaurador particular.

En la siguiente tabla se muestran algunos componentes típicos de estucos y masillas empleados históricamente y en la actualidad, tanto en escultura como en pintura:

COMPONENTES MASILLAS RELENOS			
TIPO			
AGLUTINANTES	NATURALES	Proteico	Colas animales, proteínas y vegetales, caseína y huevo, albúmina.
		Polisacárido	Harinas, gomas y mucílagos vegetales, celulosa.
		Lípidos	Aceítes y ceras
		Terpénicos	Resinas naturales, goma lacas
	SINTÉTICOS	Resinas acrílicas	Resinas acrílicas, vinílicas, mixtas, cetónicas. (materiales termoplásticos)
		Resinas vinílicas	
		Resinas cetónicas	.....
		Resinas epoxi	
		Resinas poliéster	
CARGAS	NATURALES	Minerales	Carbonato cálcico (marmolina), sulfato cálcico, Vermiculita, bentonita, mica
		Vegetales	Fibras vegetales picadas
	SINTÉTICAS	Derivados del vidrio	Gel de sílice, microesferas de vidrio
			Fibras sintéticas picadas
		Microesferas fenólicas	
PIGMENTOS			
BASADO EN LA TABLA DE SÁNCHEZ (2009); FUSTER, CASTELL Y GUEROLA (2004)			



### *Metodología de aplicación y conformación*

Cuando se aplica una masilla se debe tener en cuenta una serie de consideraciones como consolidar la zona circundante de la laguna si ésta se encuentra deteriorada. Además se debe preparar la zona que va a recibir la masilla para favorecer la adhesión. Posteriormente se debe aislar la laguna.

Cada tipo de material exige una metodología de aplicación diferente, en función por ejemplo de si el producto es más líquido o más denso, entre otras cosas.

Posteriormente se debe nivelar la masilla con la zona circundante. Esta operación es muy delicada ya que se puede dañar los bordes. Finalmente se debe eliminar los restos que hayan quedado sobre la zona original. Esta operación se puede hacer con la masilla seca o húmeda.

En ocasiones como se ha visto se puede imitar la textura adyacente con técnicas diferentes: por incisión, impronta, texturizado, técnicas de moldeado, realización de volúmenes mediante pincel o espátula, etc. Esto al igual que en el caso anterior puede hacerse en seco o en húmedo en función del material, o en materiales termoplásticos con la aplicación de calor.

### *Unión de la masilla de relleno con el original*

En general y específicamente en especímenes naturalizados se recomienda aplicar una capa aislante entre la masilla y el original. De esta forma se evita o minimiza las interacciones entre el original y la masilla de relleno y facilita la reversibilidad. Esta puede ser de diferente naturaleza, bien una película filmógena o un tejido. Esta capa, no obstante puede perjudicar el agarre de la masilla, y ha de meditarase muy bien qué producto emplear, eligiendo aquellos que en el lado donde se fijará la masilla tenga cierta superficie "rugosa"<sup>829</sup> que favorezca el agarre para evitar que se desprenda posteriormente con cambios por ejemplo de HR y temperatura que conlleven a la contracción y dilatación de los materiales. Generalmente el protocolo de aplicación suele ser la colocación en primer lugar, de un recubrimiento que aisle/recubra el área de pérdida<sup>830</sup> (Dignard, 1992, citado por Nieuwenhuizen, 1998), y posteriormente insertar/colocar el material de relleno (Nieuwenhuizen, 1998).

---

<sup>829</sup> En ocasiones ha de texturizarse esta zona

<sup>830</sup> Los materiales usados más comúnmente son telas inertes adheridas/impregnadas en resinas, almidones o éteres de celulosa, disueltos en disolventes o resinas u otros elementos termoplásticos.

#### 16.6.2.1.1 Aplicación a diferentes materiales

- **Piel**

Cuando se producen o existen pérdidas volumétricas en la piel se debe considerar al igual que ocurría con los adhesivos, algunos factores como que el tipo de relleno a emplear depende la composición de los materiales proteicos, los curtidos que se han empleado, los tratamientos de acabado, el uso, las condiciones medioambientales en los que se encuentran y su estado de conservación (Nieuwenhuizen, 1998).

Muchos materiales y técnicas son útiles para su uso como materiales de relleno en diversas manifestaciones proteicas (Nieuwenhuizen, 1998).

Los inconvenientes comunes de los rellenos para piel son (Nieuwenhuizen, 1998):

- Un ajuste imperfecto (Nieuwenhuizen, 1998)
- Diferente flexibilidad entre el material original y el relleno. (Nieuwenhuizen, 1998).
- Retracción de los bordes de grieta en la piel original causada por el agua contenida en un relleno acuoso. (Nieuwenhuizen, 1998)
- Cambio en la temperatura de contracción de un artefacto severamente deteriorado como consecuencia de la exposición al agua de un adhesivo acuoso (Young 1990). (Nieuwenhuizen, 1998)
- Cambio en la temperatura de contracción debido a la exposición al calor al utilizar un adhesivo termoplástico (En general, el fibrocolágeno **seco** no deteriorado se considera estable hasta una temperaturas de 200 ° C, mientras que saturado, el colágeno deteriorado puede contraer a temperatura ambiente (Young 1997). (Nieuwenhuizen, 1998)
- Falta de reversibilidad. (Nieuwenhuizen, 1998)
- Lixiviación de los materiales solubles de la piel y posterior tinción causada por disolventes utilizados en la reparación. (Nieuwenhuizen, 1998).
- Contracción de los materiales de relleno tras la evaporación del disolvente. (Nieuwenhuizen, 1998)
- Superficie de relleno irregular debido a la naturaleza del material de relleno, o a la separación de la carga y el aglutinante durante la contracción que se produce en la evaporación del disolvente. (Nieuwenhuizen, 1998).
- Aplicar un material que dañe la piel (Nieuwenhuizen, 1998).

Estos aspectos pueden contribuir a la pérdida de continuidad física y por lo tanto estética. (Nieuwenhuizen, 1998)

Antes de proceder a una reintegración volumétrica ha de evaluarse el estado de conservación de la piel, especialmente realizando a ser posible pruebas de estabilidad hidrotérmica (temperatura de contracción) de las fibras de colágeno (Young 1990; Larsen et al. 1993, citado por Nieuwenhuizen, 1998), ya que los materiales envejecidos son más reactivos (Nieuwenhuizen, 1998).

Linda Nieuwenhuizen describe una serie de técnicas que han sido utilizadas en diversos tipos de cueros y pieles, desde curtidos al cromo y pseudo curtidos del siglo XX, curtidos vegetales y cueros labrados del siglo XVIII, cueros teñidos del siglo XX, pieles de becerro sin procesar y artefactos de nativos americanos con curticiones con materia cerebral (Nieuwenhuizen, 1998). Éstas se referirán a continuación junto con otras intervenciones realizadas por otros profesionales con productos similares.

### **Bevas**

#### **Beva 371 Film**

Para hacer una masilla de Beva se prefiere Beva film ya que la Beva Gel al portar el disolvente encoje (Nieuwenhuizen, 1998). (Habría que esperar a que se secase para preparar la masilla). Actualmente se comercializa la Beva en estado sólido (Beva 371 Dry Resin Mix®). (Muñoz et al., 2014)

La receta usada sería (Nieuwenhuizen, 1998):

- Un trozo de Beva Film de 15,0 × 15,0 cm, con 3,5 mil de espesor.
- 15 cc de microesferas de vidrio 3M K-15
- Pigmentos secos

Para mezclar la Beva Film con las microesferas, se funde primero la resina con la espátula caliente (La BEVA Film funde a 65° C) en un recipiente de vidrio o metal, incorporando las microesferas poco a poco, ya que la mezcla es complicada de hacer, porque la Beva debe fundirse completamente. Tras terminar de añadir las microesferas se incorpora el pigmento para entonar la masilla (Nieuwenhuizen, 1998).

Posteriormente se va aplicando la masilla a la zona de pérdida utilizando para ello la espátula caliente y evitando tocar la piel original para no dañarla (Nieuwenhuizen, 1998). Se texturiza la masilla cuando aún está caliente o se vuelve a calentar ya que la Beva enfría muy rápido. Para obtener una textura como de gamuza, se puede hacer pasar una lija rugosa y cepillos de estarcido por la superficie de la masilla. Para imitar nobuck se puede emplear una lija de grano más fino (Nieuwenhuizen, 1998).

Además se puede hacer un molde de la zona circundante a la falta y presionar el molde sobre la zona de resina a texturizar (Larsen 1981, citado por Nieuwenhuizen, 1998) obteniendo una impronta.

Para evitar la adhesión del polvo a la masilla de relleno se debe usar una pintura que tenga un aglutinante con una temperatura de transición vítrea más alta.

La masilla se reversibiliza mecánicamente, con calor o con bencina de petróleo. (Nieuwenhuizen, 1998).

Esta mezcla se aplicó en un tambor hecho con piel de ciervo sin apenas preparación, tan solo remojada, raspada y estirada (Nieuwenhuizen, 1998). Para la restauración de un lagarto montado hecho con una armadura de metal, relleno de serrín y la piel secada, que presentaba una grieta en la cola paralela al cosido, se colocó un parche con políester y beva y se aplicó sobre éste en la zona de la grieta una masilla de relleno hecha con microesferas de vidrio, pigmento y Beva Film. Ésta se

texturizó con un molde mediante presión calentando de nuevo la resina y se afinó el color con colores Gouche Windsor & Newton, aplicando una capa de recubrimiento a base de Paraloid B 72 y pigmento. (Nieuwenhuizen, 1998). Estos ejemplos pueden ser extrapolables a pieles crudas o pseudocurtidos, esta masilla podría ser aplicable a pieles similares en colecciones de taxidermia.

En la restauración de un oribi, *Ourebia ourebi*, del Museo Lundy en el que se había parcheado una grieta por el reverso con poliéster y Beva 371, se aplicó sobre el parche de poliéster el material de relleno, que se trataba de una mezcla de Beva 371<sup>TM</sup> Film, microesferas de vidrio de la marca 3M<sup>831</sup>, y pigmentos secos, mezclados con espátula caliente y aplicado al área de pérdida. La textura se realizó mediante impronta con espátula caliente. El relleno se pintó para imitar el pelo con gouche de la marca Winsor&Newton<sup>832</sup> y se recubrió con Acryloid B-72 y pigmentos secos. (Nieuwenhuizen, s.f.).

### **Homopolímeros de butilacrilato**

#### **Acryloid F-10**

La composición de la masilla descrita por Linda Nieuwenhuizen es:

- 25 ml Acryloid F-10<sup>®</sup> (Nieuwenhuizen, 1998).
- 50 cc 3M K-15 microesferas de vidrio (Nieuwenhuizen, 1998).

Para obtener la masilla se mezcla Acryloid F-10<sup>833</sup> con microesferas de vidrio formando un relleno flexible que puede aplicarse directamente a la pérdida o en forma de película, creándola a partir de un molde (Nieuwenhuizen, 1998).

Si se quiere aplicar el producto resultante directamente sobre la laguna, se hace con la espátula y se le va dando forma mientras aún está fresco. El texturizado se puede lograr también una vez ha secado la masilla mediante la adición de disolvente o con calor ya que se trata de una resina termoplástica (Nieuwenhuizen, 1998).

En el segundo caso se puede reproducir la textura de una zona adyacente a la pérdida, a través de técnicas de moldeo, aplicando la resina a un molde madre. Cuando se haya evaporado el disolvente lo suficiente para que la película tenga consistencia (tras al menos 48 horas), se extrae la resina del molde y se corta la resina con la forma deseada, adhiriendo ésta a la zona a reconstruir, empleando una cantidad adicional de resina Acryloid F-10 u otros adhesivos, mediante la aplicación de un disolvente en los bordes para ablandar la masilla y volverla adhesiva o mediante calor. La resina tiende a encoger un poco tras la evaporación del disolvente y se mantiene flexible debido a la baja temperatura de transición vítrea que tiene (Nieuwenhuizen, 1998).

---

<sup>831</sup> Microesferas de vidrio C15-250.

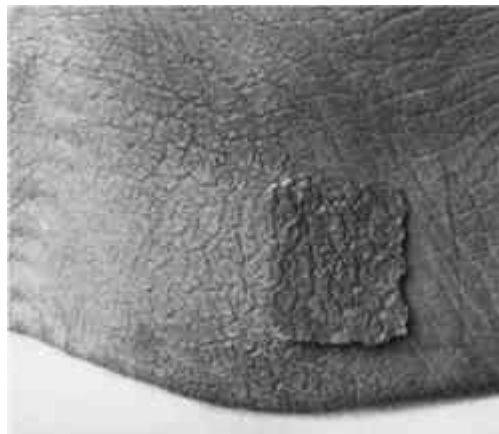
<sup>832</sup> Winsor & Newton gouache. Acrylic paints manufactured by Winsor & Newton, London, England

<sup>833</sup> El Acryloid F-10 es un homopolímero de butylmetacrilato con una temperatura de transición vítrea baja (20° C). (Nieuwenhuizen, 1998). Se suministra en un 40% de sólidos en diluyente mineral. Es soluble en esencias de petróleo como el white spirit (Muñoz et al., 2014).

Esta masilla es reversible por medios mecánicos, con disolvente o con calor (Nieuwenhuizen, 1998).

Al igual que en el caso anterior, para la reintegración cromática la pintura aplicada debe tener un aglutinante con una temperatura de transición vítrea mayor para evitar que el polvo se adhiera a la masilla. Las emulsiones de acrílico pueden ser una opción (Nieuwenhuizen, 1998).

Esta masilla se ha usado para reproducir una piel de una cabeza de rinoceronte negro que estaba montado en un cuerpo de poliuretano y la piel estaba curtida al alumbre a través del molde de la textura de una zona adyacente. La masilla se reintegró cromáticamente con pintura acrílica en emulsión de la marca Rowney.



**Figura 367. Copia por moldeo de la textura de la piel a base de Acryloid F-10 y microesferas de vidrio**

En la restauración de la colección Lundy en 1985, otras reintegraciones se hicieron con Acryloid F-10, microesferas de vidrio marca 3M, pigmentos secos<sup>834</sup> y se usaron de manera similar que con la Beva 37 (Este trabajo se hizo en 192 especímenes). (Nieuwenhuizen, s.f.).

#### **Paraloid F-10**

Para la restauración de las orejas de una liebre antílope, *Lepus alleni*, del American Museum of Natural History, (AMNH) en Nueva York (EEUU), se emplearon materiales alternativos a los tradicionales en restauración de taxidermia, que poseían mejor estabilidad y reversibilidad a largo plazo. Ésta presentaba grandes arrugas y pérdida de piel en las orejas, con un borde de piel que poseía un corte irregular a lo largo del perímetro interior de la oreja (Sybalsky, Elkin, Levinson, Nunan y Palumbo, 2012).

En vez de usar masilla epoxi, empleada tradicionalmente por taxidermistas, se decidió usar una masilla hecha con Paraloid™ F-10<sup>835</sup>, espesada con microesferas de vidrio y se aplicó sílice pirógena para nivelar la superficie de las orejas. Esta mezcla se adhirió bien a la piel aceitosa, se mantenía flexible al secarse, no requería de un trabajo posterior como sería un lijado y tomaba la pintura muy bien. Se reprodujo la apariencia peluda mediante un ligero flocado y algunos retoques cromáticos (Sybalsky, Elkin, Levinson, Nunan y Palumbo, 2012).

---

<sup>834</sup> Bocour Magna Colors. Pigmentos en Acryloid F-10.

<sup>835</sup> Es un n-butil metacrilato homopolímero suministrado en solución 40% en alcoholes minerales, Rohm & Haas



**Figura 368. Detalle de la restauración de la oreja de una liebre antílope. Antes de la restauración (izquierda), durante (centro) y tras la intervención (derecha)**

### **Resinas acrílicas**

#### **Paraloid B-72**

En la restauración de la Gacela Dorcas del Museo Nacional de Irlanda del Norte ya citada se usó una masilla a base de microesferas de vidrio GB03 en Paraloid B-72 para rellenar la abertura a lo largo de la costura del cuello y cuando se había endurecido se añadió textura a la zona con limas metálicas. Para reintegrar cromáticamente la zona y casarla con el pelaje de alrededor se empleó pintura acrílica (Kerr, 2012).

En la restauración del facóquero común, de la misma institución que presentaba grietas en orejas y hocico y falta de relleno, estando estas áreas huecas, para rellenarlas se utilizó primero ethafoam, cubierto éste con una masilla de Paraloid B-72 mezclado con microesferas de vidrio GB03 (Kerr, 2012). El uso de microesferas de vidrio produce una superficie a la que se le puede dar textura con cepillos de cerdas y herramientas dentales. Posteriormente se reintegró con pinturas acrílicas y con partículas cogidas del relleno original (de escayola) para dar un aspecto mate y acorde con la piel circundante (Kerr, 2012).





**Figura 369. Relleno de la grieta del cuello de la Gacela Dorcas con masilla de Paraloid B-72**

### **Masillas Epoxi y de poliéster**

Tradicionalmente se ha empleado masillas epoxídicas o de poliéster para el relleno de grietas en la piel. Jack Thiney por ejemplo indica que el relleno puede efectuarse con este tipo de resinas cargados de vidrio (Thiney, 2002).

Las técnicas tradicionales para reconstruir grietas y deformaciones con masilla epoxi comprenden el modelando o el uso de un molde de textura para crear un molde de presión sobre la superficie a reproducir. Estos métodos requieren mucho tiempo y poca reversibilidad (Sybalsky, Elkin, Levinson, Nunan y Palumbo, 2012).

Ya se ha dicho que no se recomienda el uso de materiales irreversibles en restauraciones que no sean "estructurales".

### **Pastas de madera y pastas de celulosa**

#### ***Plastiform***

En la restauración de la piel de un rinoceronte de Sumatra, del Museo Wiesbaden (Alemania), que presentaba grandes grietas, se empleó Plastiform<sup>836</sup> (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

---

<sup>836</sup> Pulpa de madera para modelar extrafina y ligero, para modelar objetos mediante el amasado con agua, permitiendo después del secado trabajar mecánicamente

Las cavidades que se habían formado entre la piel y el cuerpo se rellenaron con una mezcla de yeso y lana de madera y yeso con virutas/serrín de madera. Se colocó una lámina entre la piel y el yeso para evitar el contacto de éstos (se desconoce la naturaleza de ésta), y sobre esta película se aplicó Plastiform con Planatol BB y una capa final de Plastiform que se trabajó cuando se secó para crear los detalles de la piel, efectuados con una estampación desde un molde hecho de la zona circundante. Para hacer los detalles se emplearon tornos (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

Para reintegrar cromáticamente la masilla se empleó óleo y pigmento con un tono inferior ya que el Plastiform es en sí mismo oscuro y con la aplicación de parafina se oscurece más (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

El casco faltante de la pata trasera derecha del rinoceronte de Sumatra del Museo Wiesbaden (Alemania), se reconstruyó con yeso. Posteriormente los cuatro cascos que habían sido retirados para facilitar el trabajo de restauración se volvieron a unir con alambre, yeso, Planatol BB y Mecosan S (adhesivo a base de nitrato de celulosa). Los biselados que quedaron se nivelaron con Plastiform. (Geller-Grimm y Zenker, 1999). Las restauraciones en los cascos tras reintegrarse cromáticamente se recubrieron con vaselina (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

La parte de la cola faltante se reconstruyó con un alambre recubierto de yeso y Plastiform (Geller-Grimm y Zenker, 1999).



**Figura 370. Reintegración volumétrica de una grieta con Plastiform® mezclado con Planatol BB**

### **Modostuc**

En la restauración de la hiena del Museo L. C. Bates de Hinckley en Maine (EEUU), ya citada las aberturas que se encontraban en las patas y los daños de los pies se reintegraron volumétricamente rellenando las lagunas en el yeso con un material de relleno de celulosa a base de agua añadiendo un 10% de polvo de alfa-celulosa para reforzar la mezcla. Las lagunas grandes se rellenaron con espuma de polietileno (ethafoam) tallada con la forma adecuada y los huecos que quedaban con la mezcla de Modostuc y alfa-celulosa (Harvey y Roth-Wells, 2008).

### **Cera**

Hangay y Dinglay, 1985, recomiendan rellenar los agujeros y pequeños espacios que se producen entre los ojos y la piel con cera de abeja o cera de petróleo. Este material se puede colorear y trabajarlo con los dedos aplicándolo a las zonas de pérdida con una herramienta de modelado. Para suavizar la superficie de la cera se puede emplear aceite de trementina y para los detalles finales se puede emplear un palillo de madera fino (Hangay y Dingley, 1985).

Como conclusión, se ha visto que se han empleado diversos tipos de masillas de relleno. De todas ellas las que son inviables en piel son aquellas irreversibles, aquellas con un pH inadecuado como el látex, y respecto a las otras dependerá del tipo de pieza, si ésta se ve muy afectada por el aporte de humedad deberá evitarse los materiales acuosos. En caso de que pueda afectarle la temperatura (por ejemplo en ambientes húmedos), se debe evitar aquellas que se conforman con calor.

- **Otros tegumentos**

La masilla epoxi también se ha empleado para rellenar grietas en otro tipo de tegumentos y para reproducir partes faltantes por ejemplo en la reconstrucción del pico de un pingüino emperador del *Carleton College Archives*, se realizó con una masilla de dos componentes ("Apoxy" de proveedores de taxidermia), aplicado ésta sobre un palo de bambú como elemento de refuerzo. Tras 24 horas cuando ya había catalizado, se lijó y se pintó con pinturas acrílicas al agua, utilizando para igualar el negro, Negro Marte, sombra natural, siena natural y siena tostada. El naranja se consiguió mezclando naranja de cadmio-bario, siena tostada con un poco de blanco de titanio y óxido amarillo, aplicado como una veladura fina all applied as a thin wash. (Alten, 2001).



**Figura 371. Reconstrucción de un pico de un pingüino emperador con masilla epoxi de dos componentes "Apoxy Sculpt"**

En la restauración de la tortuga galápagos naturalizada del Norwich Castle Museum and Art Gallery (Reino Unido) Las escamas perdidas se modelaron con masilla epoxi, y se pegaron al caparazón con PVA (Beaulieu, 2009).

Cuando se ha consolidado las plumas con injertos o parches, en algunos casos quedan pequeños intersticios entre las barbas nuevas y las terminaciones de las antiguas que distraen visualmente (Emili Lin, 2011).

Para disimular estas faltas Emili Lin mezcló polvo de celulosa con un 25 % de Jade PVA en agua aplicándolo con un pincel fino (Emili Lin, 2011).

P. Howard emplea cera de abejas para restaurar cualquier daño existente en las patas, pies y picos y las partes blandas las colorea con pinturas al óleo (Howard, 1989).

- **Hueso**

Históricamente en los yacimientos arqueológicos y para la restauración de material paleontológico se aplicaba escayola como material de relleno, al igual que en objetos cerámicos y metálicos. En muchas ocasiones estas reintegraciones excedían los límites de las lagunas afectando las zonas de hueso esponjoso (Países, 2013).

El material óseo como los colmillos puede sufrir grietas que disturben la unidad general, sino que además estos espacios constituyen oquedades donde se deposita la suciedad contribuyendo al ataque de insectos y microorganismos, además de propiciar reacciones con contaminantes y la HR. Por esta razón en ocasiones estas zonas deber rellenarse. Así mismo pueden aparecer faltas de material por roturas en huesos, cuernas o dientes.

Para reintegrar estas zonas se puede emplear materiales de restauración específicos como el Marfil Francés, producto a base de nitrato y/o nitrato de celulosa usado desde el siglo XIX. Posee un peso más ligero que el marfil natural y una coloración homogénea (Oliveira, 2010).

En la restauración del esqueleto de ballena azul del Museo de Canterbury (Canterbury Museum) ya citado se empleó para rellenar las faltas, una masilla a base de Paraloid B-72 disuelto en acetona mezclado con microesferas de vidrio. Estas fueron entonadas con Paraloid B72 mezclada con pigmentos secos (Stollman, Bell, Denize, Lutzke y Kelles-Krause, 2005)

- **Vidrio**

En objetos de vidrio la aplicación de la masilla es difícil, en especial para recuperar la forma, conseguir el tono correcto y por la presencia de burbujas (Barack, 2006). En ojos de vidrio esto puede ser igualmente complicado si la pérdida se encuentra en una zona curva. En estos casos se debe emplear tabiques de contención o conformadores. Estos presentan el problema igualmente de que al ser opacos no permiten observar lo que está pasando en la masilla (Barack, 2006).

Gozard Lemajic, restaurador de vidrio del Museo Nacional de Eslovenia en Ljubljana ideó un método para crear un molde conformador de PVC transparente permitiendo mayor control durante el proceso de colada (Barack, 2006).

Tradicionalmente se ha empleado la resina epoxi no sólo como material adhesivo sino también como material de relleno en vidrio.

Un ejemplo puede encontrarse en la restauración de materiales arqueológicos del COPHIAM donde se aplicó resina epoxi coloreada con pigmentos y en la que señalaban que seguramente tendrían que volver a restaurarse en un futuro debido al mal envejecimiento de este tipo de resinas (García, H., 1994).

Martina Raedel hace un estudio del comportamiento de tres masillas para vidrio a partir de la mezcla de un polvo de cristal tratado especialmente, junto con **Araldite 2020 Epoxy®**, **CAF3 Silicone Adhesive®** y **Conloc 684®** (adhesivo reactivo a la luz UV y luz diurna), respectivamente. Del estudio concluye que las tres mezclas poseen buenas propiedades frente al envejecimiento y de fuerza, siendo la mezcla de Araldite 2020 Epoxy la mejor (Raedel, 2011, citado por Van Giffen, 2011).

Van Giffen emplea moldes de **Paraloid B-72** para rellenar las pérdidas en cristal (Van Giffen, 2011).

Stephen Koob y Astrid van Giffen han desarrollado una técnica para rellenar perdidas en vidrio a partir de Moldes de Paraloid B-72, creando una película sin burbujas, evaporando el disolvente en una cámara de vapor. Estas películas pueden ser cortadas, moldeadas y empleadas como material de relleno para las pérdidas volumétricas. Además se pueden colorear o texturizar si se requiere (Koob y Van Giffen, 2011, citado por Van Giffen, 2011).

- **Madera**

La madera de la peana o de otros soportes puede presentar pérdidas volumétricas. Generalmente cuando presentan estos daños, suelen ser sustituidos indiscriminadamente (práctica inaceptable), debiendo recurrirse y agotar antes de esta operación, otros métodos de estabilización.

Para la reintegración de éstas se pueden recoger experiencias de la práctica usada en pintura sobre tabla o en la conservación de mobiliario en madera, donde se reconstruyen las zonas perdidas a través de la colocación de pequeñas piezas de madera de la misma especie y dirección de corte a modo de puzle, para evitar tensiones.

Una aplicación concreta en un espécimen naturalizado puede verse en la restauración del orangután del museo de Búfalo donde cuando la masilla se había fijado, ésta se trabajó para casarla con la textura de alrededor. La circunferencia de la rama era muy grande para que cupiese en la forma de la mano del orangután así que se añadió otra sub rama para que se pudiera agarrar el orangután. Para ello se utilizó un fragmento de olmo moldeándolo con caucho de silicona y haciendo el positivo con resina epoxi Araldite (ligera, estable y fácilmente tallable tras ajustar). Se hizo otra rama para acomodar la diferencia de altura entre los pies (Ritchie, 2013).

Las ramas se colorearon con pintura acrílica aplicada con aerógrafo con un color base. La rama de poliuretano y la rama de Araldite se unieron con tornillos y tuercas a una base de madera hecha con chapas de abedul unidas con pegamento para madera. La base se pintó con pintura acrílica casera? (Ritchie, 2013).

- **Pintura**

En muchas ocasiones las grietas afectan a zonas de policromía como en el hocico, patas o como se ha visto a la policromía de los picos. Estas no suelen ser profundas si solo afectan a la policromía ya que como se ha dicho las capas de pintura en taxidermia suelen ser ligeras. Un ejemplo de grietas en la cara se puede ver en la restauración del oso polar del Royal Albert Memorial Museum (RAMM), donde para rellenar las grietas en la pintura, se empleó una masilla de microesferas y resina acrílica y se retocaron con pintura acrílica (Lingle y Singleton, 2011).

- **Rellenos**

Como ya se ha visto los rellenos de los especímenes naturalizados pueden estar hechos con fibras o ser rígidos, hechos con escayola, papel maché o resinas sintéticas.

Estos pueden presentar faltas volumétricas especialmente en rellenos en escayola, darse grietas, etc.

### **Resinas: Materiales plásticos (rellenos y otros elementos)**

#### Espuma de poliuretano rígido

Para la restauración de una escultura del artista holandés Ger van Elk de 1967 de poliuretano que presentaba abolladuras, grietas y lagunas, se hicieron una serie de pruebas de masillas de reintegración sobre un maniquí de resina rígida de poliuretano de dos componentes. Se testaron dos adhesivos Plextol B500 y Plextol D498 con distintas cargas y espesados y espumadas con tolueno con distintas proporciones u otros disolventes (microesferas de distintos tamaños, escamas de polietileno (PE), esferas de poliestireno expandido (EPS)). Se eligió finalmente Plextol D498 con escamas de polietileno (PE) porque era la que mejor resultado daba y para la capa superior coloreada se empleó Beva 371 con óxido de aluminio (Snijders, Weerdenburg y Timmermans, 2011).





**Figura 372. Disitntas pruebas de masillas para poliuretano**

- **Escayolas y arcillas**

Para la restauración de escayolas tradicionalmente se ha empleado masillas de yeso. Esto plantea el problema de que se usa el mismo material. La parte positiva es que puede reaccionar de manera similar frente a la HR.

En otros casos se han empleado masillas epoxídicas como Milliput o Paraloid con fibras de vidrio. El tamaño de las perlas puede variar según se trate de rellenos estructurales, donde se pueden emplear tamaños más grandes y perlas más pequeñas para las zonas externas (Mc Coy, 2009)

#### **16.6.2.2 Uso de piel natural y plumas naturales**

- **Pelaje natural**

El empleo de piel natural como material de injerto (reintegración volumétrica y cromática) ha sido habitual en las colecciones de taxidermia y como se ha visto se han obtenido en numerosas ocasiones de otros especímenes.

Jack Thiney plantea que el uso de cabello humano como una alternativa viable, ya que además ofrece una variedad de texturas y tonalidades interesantes, inclusive el uso de los tintes de peluquería (Thiney, 2002).

Las bondades positivas de utilizar un elemento "natural" es que en principio va a responder a los agentes de deterioro de manera similar al original, no va a dañar al espécimen y tendrá una apariencia más parecida.

Problemas:

- A veces el animal está extinguido o protegido y no podemos encontrar un sustituto adecuado.

- Se plantea una problemática a nivel de criterios y científico, ya que el empleo de materiales de la misma naturaleza puede "inducir a error" cuando se realizan operaciones de identificación, documentación y restauración, creando lo que en la conservación de obras de arte se conoce como "falsos históricos". Santiago Aragón, 2005, señala que no se debe cubrir las faltas "calvas" con injertos de pieles de la misma especie ya que desvirtúa la información y puede ser contraproducente cuando se busca en el espécimen una muestra para obtener ADN (Aragón, 2005, p. 38). Actualmente existen productos artificiales que pueden suplir a los materiales de la misma naturaleza a la del original, siendo fácilmente reconocibles por medios visuales y UV..., aunque habría que probar su inocuidad.

En el caso de pieles es más fácil de reproducir ya que en el mercado existen pieles sintéticas que pueden satisfacer fácilmente nuestras necesidades (ver tipo de pieles sintéticas que podríamos encontrar, naturaleza...). En caso de plumas, esto es más complicado.

En peletería se tiende a eliminar las zonas dañadas y a sustituirlas por otras nuevas. Esto es inviable en colecciones de Museo. En muchas ocasiones las pieles no son fácilmente adquiribles ya que algunos artículos se han hecho con especies en peligro de extinción o con algún tipo de protección (Kite, 2006).

Esto mismo ocurre con las colecciones de taxidermia. En ocasiones se ha empleado el pelaje de la misma especie, pero la mayoría de las veces por falta de pelo de la misma especie o por evitar "falsos biológicos" se ha escogido de otros. Por esta razón éstos han de adecuarse al color y tamaño del pelo a imitar.

Un ejemplo de la intención de uso de pelaje natural de la misma especie para reponer zonas perdidas o parches de calvicie y lo inadecuado de esta elección, puede verse durante la restauración de un oso polar del Royal Albert Memorial Museum (RAMM), Ashley Lingle y Victoria Singleton (2011). Las restauradoras hacen referencia a lo fácil que sería conseguir pelo de alce y no tanto de oso polar. Por ello se plantearon el uso de pelo de otros animales sopesando además la ética de este enfoque. Buscaron pelo/piel entre distintas especies (vaca, armiño, ciervo y cabra) e inclusive sintética, viendo cual sería similar en textura y color a la de oso (siendo la de vaca, cabra y ciervo más similar). En este caso se eligió pelo natural porque era más parecido que el sintético y además se mitigaban los efectos de envejecimiento diferencial (Lingle y Singleton, 2011).

El pelo de cabra era el que más se asemejaba al pelo de las patas, así que fue recortado a medida, teñido con acrílico y adherido con hidroxipropilcelulosa (Lingle y Singleton, 2011).

Las faltas de pelo de la pata y la espalda se disimularon con pelo de vaca teñido de acrílico adheridos a tiras de papel japonés. Estas tiras posteriormente se adherieron con hidroxipropilcelulosa (Lingle y Singleton, 2011).

A menudo como se ha visto se mezcla una técnica con otra: se construye el volumen desde una pieza tallada a o modelada y se recubre con piel, e inclusive algunas previamente con un tejido.

En vez de ablandar la piel en la zona de las costuras abiertas para reunir las, se optó por sellar las lagunas que se habían creado con un tissue sin ácido y esta zona se rellenó con capas de papel japonés. Sobre la última capa de papel japonés se adhirieron tiras de pelo de cabra teñido (Lingle y

Singleton, 2011). El pelo de reemplazo se orientó en la dirección correcta y con una longitud adecuada para que casara con el pelaje original (Lingle y Singleton, 2011).

Otro ejemplo del uso de pelaje natural se puede ver en la restauración de la hiena de la colección Bouvard a la que le faltaba la cola. Esta fue sustituida por una cola de zorro curtida comercialmente, que estaba tratada con *Protex Mount Care*<sup>837</sup>, colocada sobre el alambre original de la armadura que aún permanecía en su sitio y se adhirió con Paraloid B-72 en acetona al 20% apretándola contra el alambre (Harvey y Roth-Wells, 2008).

- **Inserción/inclusión de pelo**

En el tema anterior se ha tratado la inclusión del pelo y la pluma original cuando se ha desprendido como un tipo de anastilosis (aunque se ha visto que no siempre las plumas desprendidas se colocan en su legítimo lugar). En este apartado se va abordar el tratamiento con apéndices no originales del espécimen dañado, éstos tanto artificiales como naturales.

Las técnicas empleadas en peletería podrían ser trasladables con los materiales adecuados a la restauración de especímenes de taxidermia. Por ejemplo, el hilvanado/injertado empleado como tratamiento de acabado en pieles de vestir visto ya. En este trabajo los pelos se insertan de uno en uno o de dos en dos o tres en tres. La inserción individual que es un trabajo más preciso pero más lento se reserva para las pieles de mejor calidad. El extremo basal del pelo se introduce en el adhesivo, se sopla el pelaje para hecharlo a un lado y se inserta el pelo o los pelos en el hueco que se ha abierto al echar el pelaje a un lado. Se desconoce exactamente el tipo de adhesivo empleado pero podría tratarse de cola de piel al que se le añade formaldehído para hacerlo insoluble en agua (Kite, 2006). Esta última opción se desaconseja en restauración ya que se pretende que las adiciones sean reversibles.

Jack Thiney comenta que él suele usar colas de contacto del tipo cianocrilato para los trabajos de restauración ya que permiten un encolado fuerte y rápido, pero sin embargo dice, que estas colas no son adecuadas en todas las situaciones especialmente en trabajos más laboriosos que requieren de tiempo, siendo las colas de nitrilo una alternativa, especialmente en el encolado de plumas y pelos ya que son trabajos delicados. Cuando éstos son cortos y se entrevé la epidermis, se pueden producir brillos y hay que tener en cuenta esta problemática, buscando adhesivos que no presenten estas características. Este mismo autor recomienda el uso entonces de resinas de poliéster que además pueden ser coloreadas y tienen un tiempo de trabajo largo. (Thiney, 2002). Como ya se ha comentado en varias ocasiones, el uso de adhesivos irreversibles en tratamientos no estructurales no se recomienda desde esta tesis.

A diferencia de los peleteros los taxidermistas no han teñido las pieles de los viejos montajes así que estas han sufrido decoloraciones desiguales, haciendo que sea difícil casar pieles (Dickinson, 2006). Dickinson recomienda entonces, si no se dispone de piel o pelo de especímenes viejos, recurrir al pelo/

---

<sup>837</sup> Es un producto que contiene cloruro de dimetilamonio-alquil di-cloruro de N, N-alquil dimetilbencilamonio con propiedades desinfectantes e inhibidor microbiano (Harvey y Roth-Wells, 2008)

piel sintético o natural. Si el relleno es firme, dice, se puede encolar directamente sobre la zona el pelaje/pelo o piel, siempre que la zona circundante se trate de manera similar. Si el relleno es blando se puede inyectar Polyfilla en la zona y alrededor de ella, con la cantidad suficiente para crear una base firme para que el adhesivo se adhiera (Dickinson, 2006).

Dickinson sugiere cuando hay un daño parchear la zona o implantar pelo con un adhesivo de PVA en pequeñas cantidades que se extiende en mechones de pelo. Base de PU: Las especies con poco pelo pueden ser implantadas usando un PU teñido con el color de la piel como adhesivo (Dickinson, 2006).

Además, continua el autor, se puede usar veces pelo más largo recortándose a la longitud deseada cuando se ha secado. Si es necesario teñir o “casar” el pelo es mejor hacerlo antes de poner el parche. Pocos pelajes de mamíferos lo tienen de un solo color; así que el teñido se debe hacer solo como coloración de base y posteriormente se puede pintar con aerógrafo. En especies con escaso cabello se puede pintar con pintura acrílica dando buenos resultado además de ser una técnica reversible (Dickinson, 2006?, 135).

- **Plumaje, plumas y fragmentos de plumas naturales**

Cuando las plumas se han caído y se han perdido se puede emplar plumas de otras especies (inclusive de la misma), teniendo en cuenta los problemas éticos ya cuestionados y la posibilidad de diferenciar éstos del plumaje original. Las plumas naturales se pueden recortar tintar, etc. para adecuarlas a las necesidades específicas.

La tinción de éstas se puede de hacer con diversos productos, pero teniendo en cuenta que deben ser muy estables y no manchar o interferir de ninguna manera con el plumaje ni ningún otros elemento del espécimen naturalizado, especialmente el resultado final de la tinción debe tener un pH neutro y asegurarse de que éste no va a variar con el envejecimiento.

En las pruebas realizadas por Emili Lin sobre reintegraciones volumétricas y cromáticas de plumas dañadas, para teñir las plumas naturales se usó un tinte por inmersión (Telana)<sup>838</sup>, aptos para teñir fibras de proteína (Emili Lin, 2011).

---

<sup>838</sup> Telana® 1: 2 metalizados / fibra colorantes reactivos



**Figura 373. Plumas blancas de ganso teñidas con tinte por inmersión**

En los estudios realizados por Emili Lin se tuvo en consideración el empleo en distintas circunstancias, desde el uso en artefactos de plumas con plumas perdidas, el uso en artefactos donde el empleo de plumas de la misma especie puede ser poco ético, y aquellos que contienen plumas de animales con una regulación legal protegidos por la ley Emili Lin (2011).

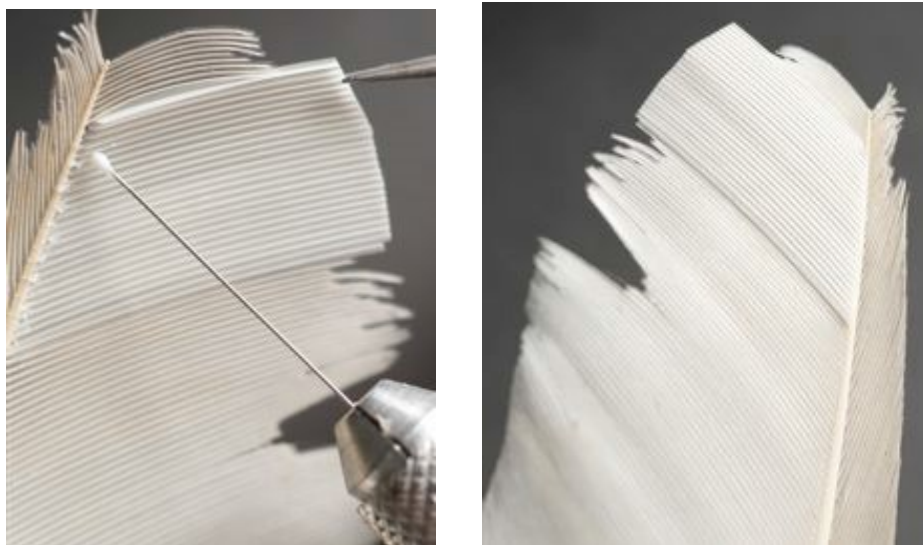
Un ejemplo de la inserción de piel con plumas naturales de otro animal puede verse en la restauración del pingüino emperador del Carleton College Archives ,que presentaba la pérdida de varias plumas en el reverso de la cabeza. Esta zona se injertó con plumas y piel de ave de un proveedor de pesca con mosca. Estas plumas aunque tenían el ancho adecuado, eran muy largas y de otro color diferente al del plumaje del pingüino en cuestión. Por ello se pintaron con pintura acrílica aplicada con pincel. Esta piel se adhirió al interior de escayola de la cabeza con Rhodoplex N-580 (Alten, 2001).

#### Plumas de sacrificio

En algunos casos en los que las plumas permanecen unidas firmemente en su lugar pero que muestran pérdidas, generalmente fruto de ataques de insectos pueden ser reconstruidas a partir de partes de otras plumas llamadas plumas de sacrificio.

La reconstrucción volumétrica con barbas de plumas de sacrificio es discreta tanto en el anverso como en el reverso, por ello es preferible este método cuando la pluma se va a ver desde todos los ángulos. Además requiere menos preparación que otro tipo de tejidos y no es necesario aplicar disolvente (Emili Lin, 2011).

En los estudios realizados por Emili Lin para unir el injerto a la pluma original se utilizaron las emulsiones adhesivas Lascaux 498 y Jade 403 PVA que funcionaban de manera similar a nivel de adhesión y facilidad de aplicación (Emili Lin, 2011).



**Figura 374. Sección de barba de sacrificio unido a una pluma con un adhesivo**

Oliveira recomienda para estos propósitos el uso de adhesivos naturales a base de almidón o sintéticos como el Paraloid B-72 (Oliveira, 2010).

#### **16.6.2.3 Uso de pieles sintéticas**

Para evitar los problemas anteriores se están empleando pieles sintéticas. En el mercado puede encontrarse diversos tipos, de mejor o peor calidad. Éstas constan de un soporte de tela sobre el que se insertan las fibras sintéticas a modo de pelo.



**Figura 375. Anverso y reverso de distintas pieles sintéticas**



La piel sintética más versátil según Nieuwenhuizen es una piel blanca hecha de Nylon Denier 18 con un respaldo elástico<sup>839</sup> de la casa *National Fiber Technologies, Ltd.* de EEUU. Se puede encontrar con diferentes longitudes de pelo: corto (2,5-5 cm), medio (8 a 10 cm), largo (10 a 15 cm). (Nieuwenhuizen, 1998).

Los pelos de éstas pueden recortarse a la medida requerida y en función del tipo de manufactura, los pelajes se pueden colorear con rotuladores, lápices, pinturas o colorantes previamente a implantarla como material de relleno (las pieles de nylon pueden ser teñidas con colorantes ácidos o premetalizados siguiendo las instrucciones del fabricante, a un pH de entre 5,5 y 7. La tela así teñida posteriormente debe someterse a un lavado a 60° C (Nieuwenhuizen, 1998).

Las pieles se suelen colocar bien sobre el relleno o sobre un soporte aislante que bien puede ser un parche. Esta última opción es la más correcta. En la restauración de la hiena del Charles Houbard el área expuesta del relleno en la tripa se cubrió con una capa de papel Kozo adherida con Jade-403 diluido en agua destilada. Éste iba adherido a una fila de papel japonés que se había adherido previamente en el perímetro del reverso de la piel original. Éste se fijó con alfileres de entomología para que no se moviera durante el secado (Harvey y Roth-Wells, 2008)

Sobre este soporte se fijó la piel sintética "Modacryl", con un tamaño de pelo similar al original, aunque hubo que recortarse un poco para igualarlo al tamaño de pelo de la hiena y de color blanco teniendo que ser entonada para imitar el color de la piel original. Esta se entonó con una mezcla de cera pigmento seco y disolvente (Harvey y Roth-Wells, 2008). La adhesión de la piel se hizo igualmente con Jade 403 fijándola en su lugar con alfileres hasta que secó, retirando los mismos y cepillando el pelo falso para alinearlos con la dirección del pelaje de la hiena (Harvey y Roth-Wells, 2008). Así mismo algunas áreas de pelaje que se habían perdido por el ataque de insectos que se localizaban por todo el cuerpo se entonaron para disimularlas con guache sobre la piel que había quedado expuesta, al igual que las pequeñas grietas alrededor de los ojos y pérdidas en el hocico (Harvey y Roth-Wells, 2008).



**Figura 376. Respaldo de papel japonés en la tripa de una hiena**

---

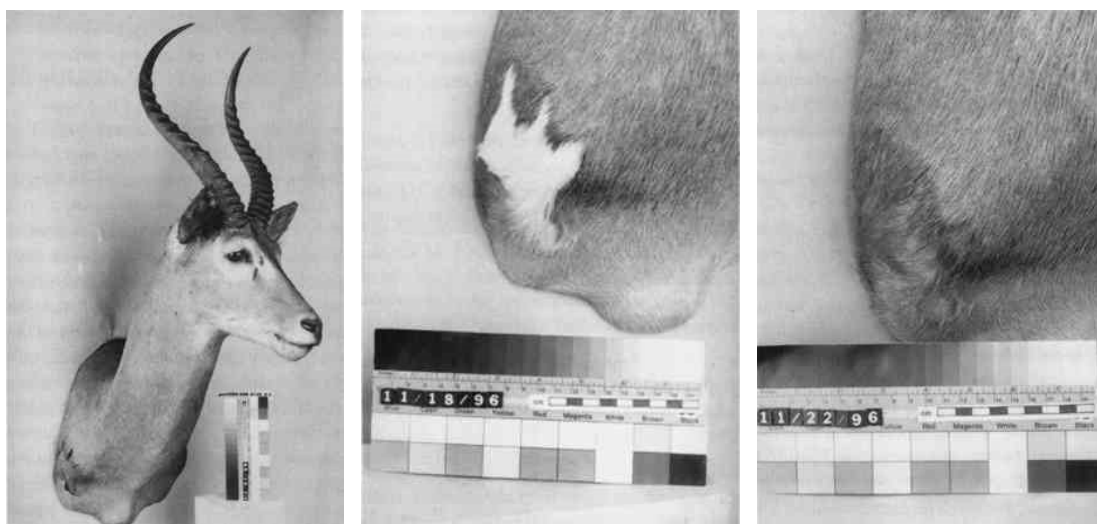
<sup>839</sup> National Fiber Technologies, Ltd

En este mismo Museo también se trató una familia de zorros que presentaban daños por insectos. El macho presentaba un área de pérdida de piel y pelaje en el cuarto trasero y le faltaba así mismo la cola. Para colocar un injerto de pelaje primero se hizo una plantilla de la zona de pérdida con una lámina de Mylar (Harvey y Roth-Wells, 2008). La piel utilizada fue una piel de imitación de mapache constituida por fibras acrílicas sobre un soporte de tela. El pelo del pelaje se cortó con la longitud adecuada y se recortó la forma empleando la plantilla de Mylar. La piel se entonó al igual que en el caso anterior con pontura a la encáustica con cera microcristalina (3-5%) diluida en White spirit y mezclada con pigmentos (Harvey y Roth-Wells, 2008).

Otro ejemplo del uso de piel sintética se puede ver en la restauración de los especímenes dañados de la Colección Lundy en el incendio de 1989. Para la restitución de una pérdida de piel de una cabeza de antílope Cobo, *Kobus Kob*, curfida al alumbre, se usó una piel sintética con pelo artificial para reintegrar la falta<sup>840</sup> (Nieuwenhuizen, 1998).

Se hizo primero una plantilla de la zona faltante, recortando la silueta de la forma perdida en la piel sintética por medio de la plantilla (el corte se hizo desde el reverso de la tela/forro, teniendo cuidado de no dañar el pelo durante el recorte) y se colocó en la posición adecuada para que casaran la dirección de los pelos con el pelaje original. Posteriormente se aplicó el adhesivo (Acryloid F-10<sup>841</sup> en acetona) directamente sobre el sustrato del cuerpo de poliuretano situando los bordes del pelaje de relleno en los lados adyacentes de la piel y el pelaje existente (Nieuwenhuizen, 1998).

La piel sintética se entonó con colores *Magna Magna colors* aplicados con pincel (Nieuwenhuizen, s.f.; Nieuwenhuizen, 1998).



**Figura 377. Proceso de restauración de un antílope Cobo. Antes del tratamiento (izquierda), durante (centro) y resultado final (derecha).**

<sup>840</sup> La piel empleada era la 18 Denier de nylon ya descrita (Nieuwenhuizen, s.f.).

<sup>841</sup> Un homopolímero de metacrilato de butilo suministra en 40% de sólidos en más delgada mineral: Amsco F a 9: 1, fabricado por Rohm y Haas. Amsco F se caracteriza por ser un C-8 aromático con un punto de inflamación de 150 ° F. Acryloid F-10 tiene una temperatura de transición vítrea de 20 ° C.

#### 16.6.2.4 Reintegración con prótesis y productos de moldeo

##### Copias y reproducciones

La pérdida de apéndices en las colecciones de taxidermia es un mal frecuente, derivado de la mala manipulación, vandalismo o ataque de plagas. Hasta la fecha, este problema no era subsanable, tan solo la sustitución de ojos en caso de pérdida o de las peanas, y los especímenes en estas condiciones eran desechados o declarados inservibles para la exposición sirviendo a otros propósitos, como pieles de estudio, o para injertar la piel en otros especímenes con faltas.

Actualmente el uso de "prótesis" está solventando estos problemas.

##### Antecedentes: Prótesis en animales vivos

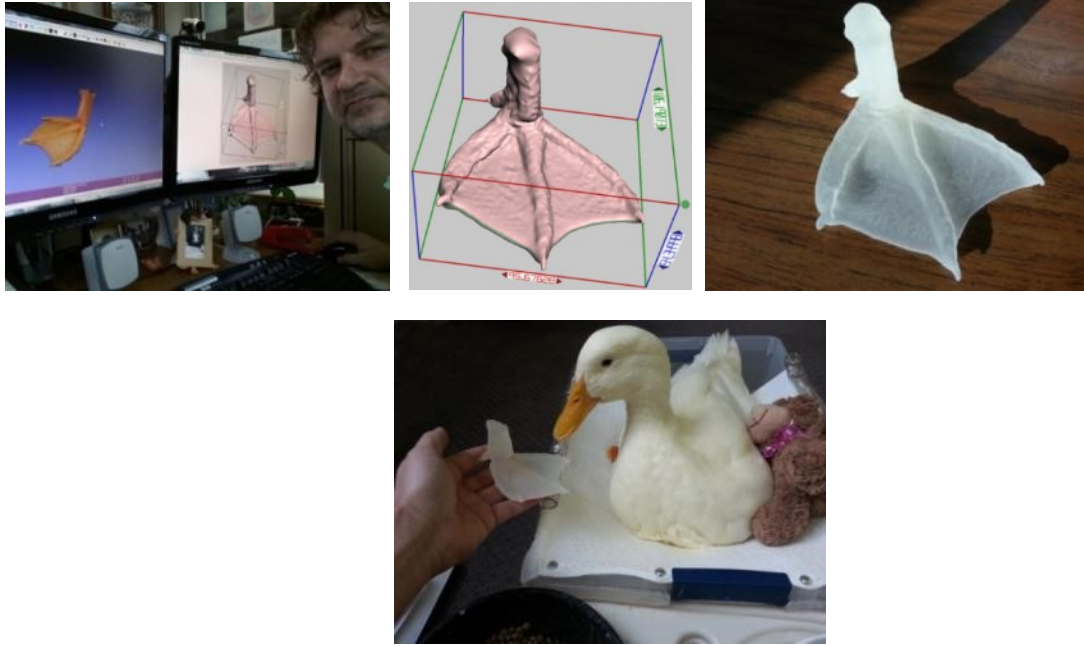
Muchos animales han sufrido amputaciones en la naturaleza fruto de un accidente, una agresión o de manera congénita.

Ya en los seres vivos desde hace años se han empleado prótesis más o menos discretas para paliar la falta de algún miembro. De hecho Felix Rodríguez de la Fuente ideó un método de injertar partes de plumas en rapaces que las tenían dañadas a través de la inserción de una espiga metálica con ganchos (este dato se explicará más detalladamente en el capítulo dedicado a elementos naturales).

La irrupción de las tecnologías 3D está facilitando y acelerando los procesos, generando prótesis más precisas.

Como ejemplo de diseño y creación de una prótesis por medio digital (tecnología 3D) se puede citar el caso del pato Buttercup (Styla, 2013). Nació en 2012 con un pie deforme que tuvo que ser amputado. Mike Garey, informático de profesión, se había convertido en su nuevo dueño, y buscó una alternativa a su minusvalía contactando con la empresa Novocopy, especializada en tecnología 3D aplicada a soluciones industriales y sanitarias, que le realizó una prótesis en silicona, de manera gratuita, a partir de un modelo digital (Fotoperfecta, 2013).





**Figura 378. Reproducción de la prótesis para el pato Buttercap**

#### Registro de datos para reintegrar volumétricamente especímenes naturalizados

Para realizar una prótesis se pueden emplear métodos tradicionales, o los más actuales con tecnología en 3D. En primer lugar hay que registrar los datos de la pieza o crearlos. Esto puede hacerse copiando el elemento faltante de otro animal naturalizado (o del mismo animal invirtiendo el registro: por ejemplo, en el caso de la falta de una pata o pie, registrando la otra pata), o creándolo desde cero a través del modelado manual o digital (utilizando fotografías u otros modelos de referencia). De esta manera el registro se puede hacer mediante:

- Escáner 3D<sup>842</sup>
- Perfilometría.<sup>843</sup>

<sup>842</sup> “Dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones” (Wikipedia, 2015, párrafo, 1). Existen varios tipos entre ellos de triangulación, de tiempo de vuelo o de diferencia de fase (Madrona, 2015). Actualmente se está intentando el escaneo por medios más económicos como el escaneo con luz estructurada (Rocchini, Cignoni, Montani, Pingi y Scopigno, 2001) u otros medios más rudimentarios como hacer pasar un rayo láser por un objeto y registrarlo con una cámara de video convencional o mucho más curioso el empleo de consolas para videojuegos como la Kinect de Microsoft para la Xbox 360 (Falkingham, 2013).

<sup>843</sup> Perfilometría Mecánica

La perfilometría mecánica o de contacto es una técnica de análisis superficial 2D, basada en un estilite. La técnica consiste en la medida del desplazamiento vertical que se produce en el estilite mientras se realiza un barrido lineal manteniendo constante la fuerza que éste realiza sobre la superficie de la muestra. La realización de barridos sucesivos y paralelos permite componer los resultados para obtener un mapa tridimensional con resolución nanométrica en el eje vertical. Existen numerosos estilites diferentes para las distintas aplicaciones, con radios que van desde 50nm a 25µm, y de alta relación de aspecto para la caracterización de zanjás profundas y estrechas.

<http://www.bruker.com/dektak>

- Fotogrametría.
- Medios tradicionales de copia y reproducción
  - Copia visual.
  - Traslado de puntos.
  - Traslado por curvas de nivel.
  - Procesos mecánicos manuales: copiadoras mecánicas, etc.
  - Procesos mecánicos automáticos (pantógrafo).
  - Procesos de control numérico.
  - Proceso de moldeo, a través de moldes de otras piezas. Uso de siliconas para copiar el registro de otras pieles y plumas.
  - Modelado tradicional.
- Modelado digital.<sup>844</sup>

Una vez se ha efectuado el registro, el positivo o réplica (lo que será la prótesis en sí) se puede elaborar de diversas maneras. La reproducción de la pieza se puede hacer por:

- Impresoras de 3D.
- Fresadoras.
- Técnicas en general utilizadas en la industria (prototipado).
- Réplicas o facsímiles a partir de moldes.
- Dibujos sobre papel y pegados a una lámina de poliéster (plumas).
- Impresión en papel con impresora 2D convencional de color (plumas y otros elementos planos como papel o piel).
- Modelado manual con masillas epoxis, papel maché, etc.

¿Qué debe tenerse en cuenta para realizar la reproducción?

- Propiedades de las prótesis

Los materiales utilizados en las prótesis no deben interaccionar con el original (vigilar el pH si esta va a estar en contacto directo con el animal). Éstas, además, deben presentar un peso adecuado, porque podrían desprenderse o si la unión con el espécimen es fuerte arrancar parte del espécimen o arrastrarlo con él y tirarlo. Deben tener así mismo características similares a la zona de reconstrucción; tener en cuenta tb la zona de la prótesis.

---

<sup>844</sup> También se pueden hacer recreaciones a través de programas de modelado en 3D como el Zbrush. Este programa se basa en los principios de modelado tradicionales de barro pero de manera digital. Se comienza a construir el objeto desde una bola de barro virtual basada en mallas a la que se le va dando forma y a la que se le puede ir añadiendo más material virtual. Sería una especie de técnica de adición virtual.

Por estas razones se debe tener en cuenta:

- La composición de los moldes
- La composición de las prótesis o productos de relleno
  - Aglutinantes
  - Cargas y otros elementos de refuerzo, pigmentos.
- La unión de la prótesis con el soporte original: adhesivos, microimanes de neodimio y otros materiales



MATERIALES PARA MOLDEO		
TIPO		
NATURALES	Proteico	Gelatina orgánica
	Polisacárido/vegetal	Alginato
	Lípidos	Ceras (ceras dentales)
	Suspensión coloidal de grasas, ceras, gomas, proteínas	Látex
	Inorgánico	Escayola (a partir de yeso)
SINTÉTICOS	Gelatina sintética	
	Siliconas y compuestos orgánicos a base de silicio (polímeros sintéticos)	-Elastómeros de silicona -Elastómeros de poliuretano

MATERIALES PARA REPRODUCCIÓN FINAL MÁS USADOS (REPRODUCCIONES)			
TIPO			
AGLUTINANTES	NATURALES	Proteico	
		Polisacárido	

		Lípidos	ceras	
		Suspensión coloidal de grasas, ceras, gomas, proteínas	Látex	
	SINTÉTICOS	Resinas acrílicas		
		Resinas de poliuretano		
		Resinas epoxis		
		Resina de poliéster		
CARGAS	NATURALES	Minerales	Carbonato cálcico, talco, caolín, feldespato, bentonita, sulfato cálcico	
		Vegetales	Fibras vegetales picadas, algodón, corcho	
		Metales y aleaciones metálicas	Lanas de acero, hilos de cobre	
	SINTÉTICAS	Derivados del vidrio	Gel de sílice, microesferas de vidrio	
		Otros	Fibras sintéticas. Resinas fenólicas (microesferas fenólicas)	
OTROS ELEMENTOS DE REFUERZO			Fibra de vidrio (mat, velo, tejido, trozos cortados), espumas, fieltros, cartones,varillas, etc.	
PIGMENTOS Y/O COLORANTES			Pigmentos, polvo de cobre y bronce.	
INFORMACIÓN FACILITADA POR SONIA SANTOS, COMUNICACIÓN PERSONAL, 2015				

#### 16.6.2.4.1 Aplicación a distintos materiales

- **Reproducción de piel**

Generalmente, se emplean técnicas de moldeado tradicionales para reproducir la textura de la piel en animales sin pelo como elefantes, rinocerontes o hipopótamos.

Sea cual sea la técnica empleada, la reproducción de estas texturas se realiza tomando la huella de la piel de una zona adyacente a la falta del mismo espécimen, de otro, o inclusive de un animal vivo (Thiney, 2002).

Para las impresiones mediante el sistema de apretón, se puede emplear plastilina o silicona del tipo dental (Thiney, 2002). Posteriormente, se obtiene un negativo en resina de poliuretano que es más resistente. Éste se emplea para crear la impronta sobre el material de relleno que puede ser estuco o una resina tipo poliéster.

Esta técnica puede también emplearse con animales que tienen escamas como los armadillos (Thiney, 2002) y de igual manera zonas desnudas como las patas en las aves.

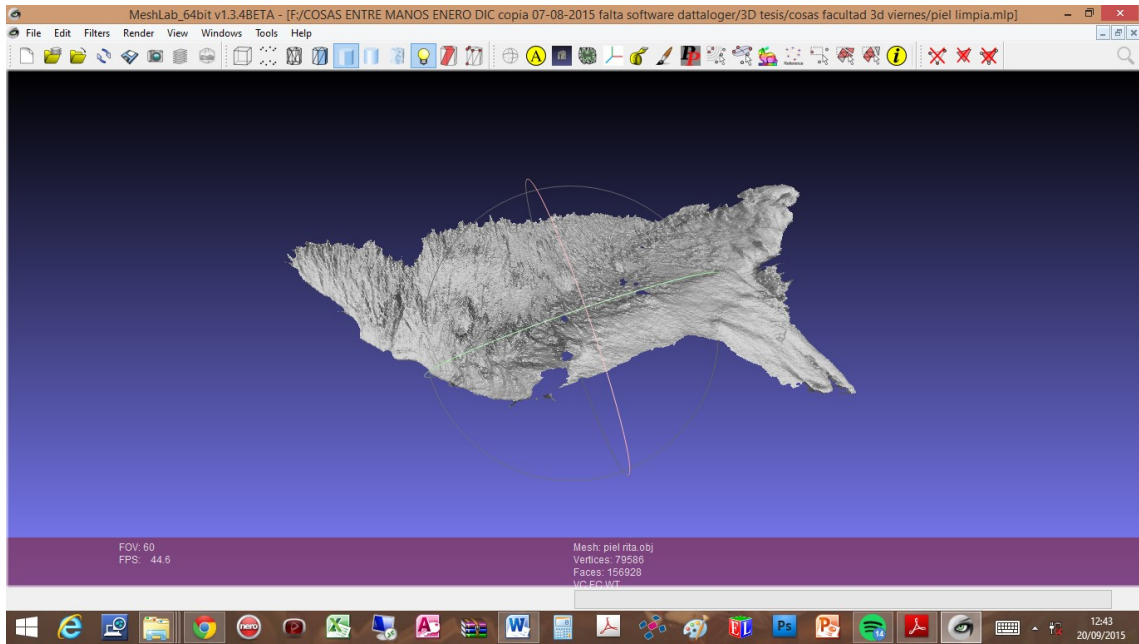
#### Técnicas de reproducción en 3d de pelaje

En esta tesis se pretendía reproducir pelaje por técnicas digitales. Para ello se intentó registrar un fragmento de piel con pelo que se había desprendido del hocico de un dromedario naturalizado propiedad del MNCN-CSIC, dentro del proyecto de Innovación y mejora de la calidad docente "Incorporación de la tecnología 3D a las enseñanzas de las asignaturas de conservación-restauración de bienes culturales y a las vinculadas en el ámbito escultórico" con un escáner 3D Konika Minolta Vivid VI-910<sup>845</sup>, con la intención de reproducirla posteriormente con impresora 3D, haciendo un molde del mismo, del que luego se sacaría el positivo en color.

El registro no fue bueno, de hecho el escáner no era capaz de entender bien la superficie a reproducir, y se generaban picos, tanto por el anverso de la piel como por el reverso, cuando esta zona en realidad era plana. Estos problemas no se pudieron subsanar con programas de retoque de mallas y la investigación continúa abierta.

---

<sup>845</sup> Escáner tipo triangulación. Este aparato recoge la información de la forma del objeto a través del barrido de éste con una luz láser, creando puntos de referencia y calculando la distancia de los puntos por triangulación. Esta información es recogida con una cámara CCD (Madrona, 2015), conectada a un ordenador, donde se encuentra un software que procesa la información, para convertir la imagen en mallas (



**Figura 379. Malla de la piel en un programa gratuito de retoque digital de mallas “Mesh Lab”.**

- **Apéndices faltantes**

Jack Thiney señala que las nuevas generaciones de elastómeros son una herramienta muy valiosa para reproducir elementos faltantes. Las resinas de poliuretano ayudan a reproducir con fidelidad apéndices faltantes como garras, pezuñas, escamas, dientes o defensas entre otros (Thiney, 2002).

#### Mamíferos

- **Dedos y uñas**

En la restauración de un oso polar del Albert Museum (RAMM), para reproducir las garras faltantes se realizaron moldes de silicona de las existentes y se reprodujeron en yeso.



**Figura 380. Reproducción de los dedos faltantes y las garras en la pata de un oso polar**

- **Rabos**

La cola faltante del oso polar se reconstruyó usando la misma técnica empleada en los pies. Ésta se fijó en su sitio con un alambre de acero inoxidable y resina acrílica. (Lingle y Singleton, 2011).

- **Hocicos**

Para la reproducción del hocico del pecarí de collar del Museo de Historia Natural de Nueva York, ya presentado en la introducción, se realizó la prótesis tomando como punto de partida las publicaciones de L. Nieuwenhuizen (1998) y L. Kronthal, J. Levinson, C. Dignard, E. Chao, and J. Down (2003), realizando una mezcla de Beva 371<sup>846</sup> y microesferas de vidrio para hacer una reproducción flexible a partir de un molde de otra pieza. El implante (superpuesto) como ya se ha indicado, se ajustó en la zona perdida utilizando una espátula caliente. Los estudios de envejecimiento realizados sobre la Beva empleada en dioramas mostraban que la Beva posee un buen envejecimiento a largo plazo, pero aún así se recomienda vigilarlos con regularidad (Sybalsky, Elkin, Levinson, Nunan y Palumbo, 2012)

Estas prótesis elaboradas con masilla de Beva 371 y microesferas presentan la ventaja además de que se pueden pintar con facilidad (Sybalsky, et al., 2012).



**Figura 381. Hocico de pecarí de collar del Museo de Historia Natural de Nueva York.**

- **Cuernos y colmillos**

Los materiales usados y los criterios seguidos para las reproducciones de elementos faltantes han ido variando a lo largo de los años. Un reflejo de ello podemos encontrarlo en la restauración que se hizo de los colmillos faltantes de un elefante del Museo Estatal de Zoología de Dresde. Al no tener constancia del tamaño real de los colmillos, se reconstruyeron a partir de un tamaño probable a partir de un modelo de madera de la colección. Se realizó el registro del colmillo mediante moldeo (Heidecke, 1986).

En numerosos museos de Historia Natural, como se ha indicado, es frecuente el robo de cuernos de rinoceronte por sus supuestos poderes mágicos, así como de colmillos de marfil.

---

<sup>846</sup> Es una mezcla de copolímeros de etileno acetato de vinilo, polycyclohexanone, éster de ftalato de alcohol hidroabietílico, y parafina





**Figura 382. Ejemplo de rinoceronte al que le han robado los cuernos. Museum im Ritterhaus en Offenburg, Alemania, sustraídos en 2012.**

En el *Castle Museum* de Norwich se retiraron los cuernos reales de un rinoceronte negro del siglo XIX, valorados en 500.000 libras en el mercado negro, tras el intento de robo. Éstos fueron sustituidos por una réplica hecha de los cuernos originales para evitar futuras sustracciones, poniendo a buen recaudo los cuernos originales (Wheler, 2012).

En la reproducción se puede observar en relieve la palabra réplica.



**Figura 383. Colocación de unas réplicas de los cuernos originales de un rinoceronte negro del Castle Museum de Norwich.**

- Plumas



Ya se ha explicado el problema que representa el uso de material de naturaleza similar en análisis de ADN u otro tipo de estudios. En la reproducción del pelaje esto está solucionado con la gran cantidad de pelo sintético que ofrece el mercado. Sin embargo, las plumas aún no han conseguido reproducirse de manera realista.

Para esta tesis, teniendo en cuenta la dificultad de la reproducción de prótesis de plumas con un acabado preciso, se intentó proceder a través de moldes tradicionales de silicona<sup>847</sup> con carcasa dura de escayola, ya que la silicona es el material de moldeado que mejor replica una estructura sin apenas retracción (0,1 ml?).

El material elegido para la reproducción fue resina epoxi, ya que posee buenas propiedades de registro, mínima merma, alta resistencia a la tracción, admite cargas y puede lijarse. Como contrapartida, la resina experimenta amarilleamiento en un corto plazo de tiempo, con la exposición a la radiación UV, aunque hoy en día se han desarrollado epoxis con filtros UV con escasa tendencia al amarilleamiento.

Para las pruebas era importante determinar la manera en que la silicona había de ser aplicada, ya que en su estado natural es muy fluida e iba a resultar difícil separar el molde de la pieza con facilidad.

La primera prueba se realizó insertando unas plumas de paloma torcaz en sendas bolas de plastilina a través de la introducción en el interior del cañón de una aguja de jeringuilla para que se mantuvieran en vertical, e impregnando las plumas por los dos lados con silicona espesada con agente tixotrópico<sup>848</sup> por medio de una mini espátula. Comprobando que este método era muy complicado (la silicona era muy difícil de aplicar sin deformar la pluma) y poco agradecido tras la producción del molde y el registro se probó un segundo método de aplicación con otras plumas de paloma torcaz esta vez empleando un agente de curado muy rápido para acelerar el curado y menos agente tixotrópico dando mejores resultados en el manejo. Se evita, en cualquier caso, mediante el empleo del agente tixotrópico, que la silicona penetre en exceso en la pieza y de esta manera se facilita la extracción de la misma del interior del molde.

Cuando hubo secado esta capa se procedió a realizar el encofrado de plastilina para seguir aplicando las siguientes capas a fin de engrosar el molde, que será realizado en dos partes. Esta vez la silicona se vertió en forma líquida.

---

<sup>847</sup> La silicona empleada fue Silastic 4781 de Feroca

<sup>848</sup> El agente tixotrópico es un aditivo que puede añadirse a la silicona a fin de espesarla. El inconveniente que presenta es que la silicona no fluye y no registra de manera tan precisa, con lo que se corre el riesgo de que queden más espacios o burbujas entre la silicona y la pluma. Con este procedimiento es más difícil que las posibles burbujas que se forman en la silicona por el método de mezcla de los dos componentes se puedan deshacer.



**Figura 384. Primeros moldes de plumas de paloma torcaz con silicona espesada con agente tixotrópico**



**Figura 385. Pintado de una pluma con reserva y con pigmentos y agua aplicados con aerógrafo**

El contramolde se construyó en escayola. Tras esta fase, se extrajeron las plumas del molde de silicona y se procedió a realizar la reproducción en resina.



**Figura 386. Extracción de una pluma del molde de silicona**



**Figura 387. Plumón de una pluma arrancado tras el desmoldeo**

Lo que se pudo observar en la pluma, durante la aplicación de silicona, es que la pluma empezaba a deformarse, apareciendo ondas en la zona del vexilo, quedando de esta manera registradas en el molde. De alguna manera, la silicona afecta a la composición queratinosa de la pluma.

Otro de los problemas que se apreció con la aplicación directa de la silicona sobre la pluma fue que el desmoldeo dañaba en algunos puntos la pluma, especialmente las barbas y zonas envejecidas que se quedaban atrapadas en la silicona; además las barbas se descolocaban, aunque éstas podían volver a peinarse con los dedos sin perder su capacidad de unión entre ellas.

Por estas razones, se probó la aplicación de un producto protector que aislara durante el proceso de moldeo a la pluma, sin restar apenas capacidad de registro y que fuera reversible. El producto elegido

fue ciclododecano,<sup>849</sup> ya aplicado en otras representaciones artísticas como en la protección de capas de policromía cuando se va a trabajar en el reverso de un cuadro, o en paleontología como método de protección temporal en el traslado desde el yacimiento y como protección en general en la realización de reproducciones, sobre todo de piezas donde la silicona, aplicada de manera directa sobre la pieza a reproducir, puede ocasionar cambios de color y/o brillo en la pieza. En la ficha técnica del producto a granel, sin disolución en disolvente no se aportan datos sobre qué disolvente emplear ni en qué concentraciones. Por ello, siguiendo algunas publicaciones sobre el producto empleado en otras manifestaciones artísticas se probó el White spirit a una proporción de un 10%.

Una primera prueba se realizó aplicando la mezcla con pincel sobre una pluma de paloma torcaz. El producto impregnaba demasiado la pluma y agrupaba el plumón. Así que se optó por aplicar el recubrimiento en spray en las siguientes reproducciones y una vez evaporado el disolvente, trabajando a una temperatura ambiental lo suficientemente baja para que no sublimara el producto, se aplicó la silicona, viendo que no se producían tantas ondas, el desmoldeo era más sencillo y se conservaban más zonas de la pluma.

Las réplicas se realizaron en resina epoxi CRONOPOX 4307 junto con el catalizador 1213 de la casa Plastiform probando distintas cargas (gel de sílice, Bentonita o sin carga), con una matriz de refuerzo de un velo de fibra de vidrio y un filamento que proporcionara rigidez al cañón, entre los que se probó hilo de sedal, alambre fino pintado en blanco y alambre fino recubierto con plástico. Esta estructura reforzaba el cañón, zona muy frágil a la rotura, pero presentaba el inconveniente de aportar demasiado peso a la pieza. Por esta razón, y debido a que el excesivo peso de la prótesis puede generar problemas, en las próximas pruebas se pretende emplear varillas de fibra de carbono que son mucho más ligeras y en lugar de gel de sílice como carga, usar microesferas de vidrio huecas.

De los materiales citados, los que mejor resultado dieron fueron el alambre pintado, gel de sílice como carga y la colocación también de la película de fibra de vidrio para reforzar el conjunto.

También se realizaron pruebas de aplicación de color, ya que muchas plumas presentaban distintos tonos de grises. Las primeras han consistido en aplicar el pigmento seco directamente sobre el molde con un pincel. Posteriormente se recurrió a usar plantillas para hacer el dibujo más preciso. En las siguientes pruebas se probó a mezclar el pigmento con agua y aplicarlo con un aerógrafo de precisión, teniendo el problema de que las partículas no pasaban por él, con lo que se recurrió al empleo de una punta con apertura más amplia que proporcionaba a la reproducción de la pluma un aspecto similar al que proporciona un estarcido. También en algunos casos las plumas se pintaron a mano una vez extraídas.

Finalmente, se recurrió al empleo de una máscara de enmascaramiento para acuarelas de la marca Talens que fue el sistema de trabajo que proporcionó mejores resultados, junto con la aplicación del pigmento en polvo.

---

<sup>849</sup> Se trata de un producto cuya composición es un alcano alicíclico. Es soluble en muchos disolventes apolar y tiene la capacidad de sublimar cuando alcanza la temperatura ambiente Muñoz et al., 2014), no teniendo que emplear ningún producto ni método para eliminarlo, lo que evita la posibilidad de daños en la pieza y la permanencia de residuos.



**Figura 388. Molde de reproducción de una pluma de paloma torcaz, pintado con pigmento en polvo sin aglutinar y con máscara de reserva para acuerela marca Talens.**



**Figura 389. Resultado final de la pluma ya citada tras la extracción del molde, la cual presenta aún las rebabas de la resina epoxi que hay que eliminar.**

El resumen del proceso, por tanto, es el siguiente:

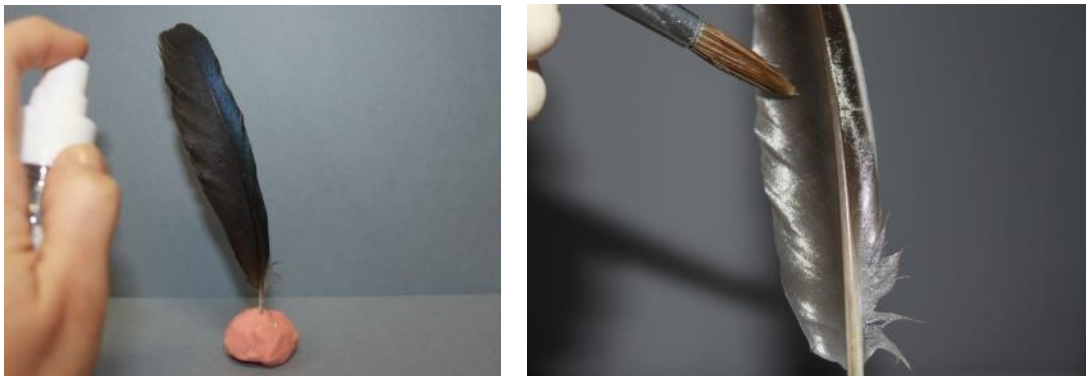
- Primera capa de epoxi en cada una de las dos partes del molde. Se deja endurecer.
- Nueva aplicación de resina en cada una esas partes de la reproducción
- Se inserta la varilla
- Aplicación de velo de fibra de vidrio.
- Se cierra el molde para construir el objeto completo.

Las distintas réplicas realizadas se presentan a continuación:





**Figura 390. Distintas pruebas de replicado de plumas: A) Reproducción de una pluma con Bentonita B) Pluma original, C) Pluma original, D) Pluma con gel de sílice y reserva E) Pluma con gel de sílice sin reserva F) Pluma original G) Pluma pintada en molde con pigmentos aglutinados con agua. H) Pluma pintada en molde con pigmentos en polvo sin reserva.**



**Figura 391. Aplicación de ciclododecano al 10 % en White Spirit.**



Conscientes también de la dificultad que planteaba la reproducción de algunos efectos en el color como el color metalizado o el que presentan las plumas, por ejemplo de guacamayos, donde el anverso es de un color y el reverso es de otro, se decidió intentar reproducirlos.

Para ello, en el primer caso se eligió una pluma de urraca que presentaba una coloración azul metalizada, con algunos matices en verde. El molde se realizó aplicando la metodología que consistía en la aplicación de silicona con agente tixotropico en vertical, ya que resulta más rápido pero, a diferencia de las anteriores pruebas, en este caso se empleó ciclododecano como protector, lo que facilitó la aplicación. Dada la dificultad de obtener pigmento metalizado muy fino que fuera económico, se probó a teñir el pigmento Iriodin® dorado con distintos tipos de tintes, como si fuera una laca.

La primera prueba se realizó tiñendo el Iriodin® con anilinas al alcohol y, tras el secado del polvo, se aplicó este polvo coloreado en seco con pincel sobre la capa de molde siguiendo la metodología que se había dado en las reproducciones anteriores. La resina y los materiales de refuerzo se aplicaron siguiendo la metodología citada.



**Figura 392. A) Aplicación de la silicona con espátula en la pluma de urraca B) Realización del segundo contramolde en escayola de la pluma de urraca**



**Figura 393. Extracción de la pluma original del molde de silicona**



**Figura 394. Realización del vaciado con resina epoxi. A) Anverso con una capa de resina B) Reverso con una capa de resina C) Tejido de fibra de vidrio como material de refuerzo**

Aunque el color de la réplica era muy similar al del original, la anilina con alcohol se había disuelto parte del molde. Tras un año se ha comprobado que además el color ha desaparecido por completo, ni siquiera se observa el color dorado del Iriodin® (Figura 10C). La anilina es conocida por ser muy inestable y aunque las plumas han estado protegidas de la exposición solar algún componente de la resina u otro ha interactuado con ésta deteriorándola. La razón está aún por investigar.

La segunda prueba se hizo tiñendo el Iriodin® con acuarela. Esta mezcla se dejó secar y se pulverizó aplicándola en polvo. Aunque la naturaleza opaca de la acuarela minimizaba los brillos del Iriodin®, esta prueba se ha mantenido más estable. Esta investigación aún está por concluir, así como la prueba de otro tipo de pigmentos metálicos como maquillaje en polvo metalizado.

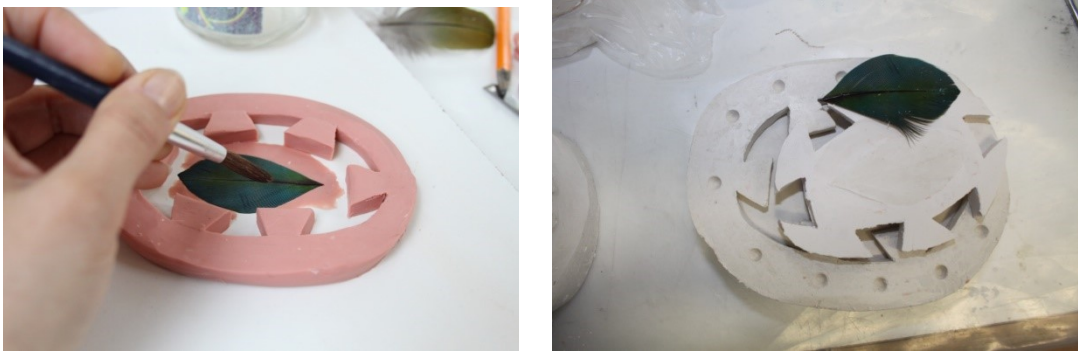


**Figura 395. Facsímiles de pluma de urraca. A) Pluma en resina epoxi pintada con Iriodin® y acuarela líquida. B) Pluma original C) Pluma con Iriodin® y anilina**

Para la reproducción de las plumas de guacamayo “reversibles,” donadas para esta investigación por el Hospital veterinario El Bosque, que presentaban una coloración roja en el anverso y verde en el reverso, se decidió cambiar la metodología y, para ello, se tomó un fragmento de pluma a fin de facilitar el trabajo, ya que el molde sería más pequeño.

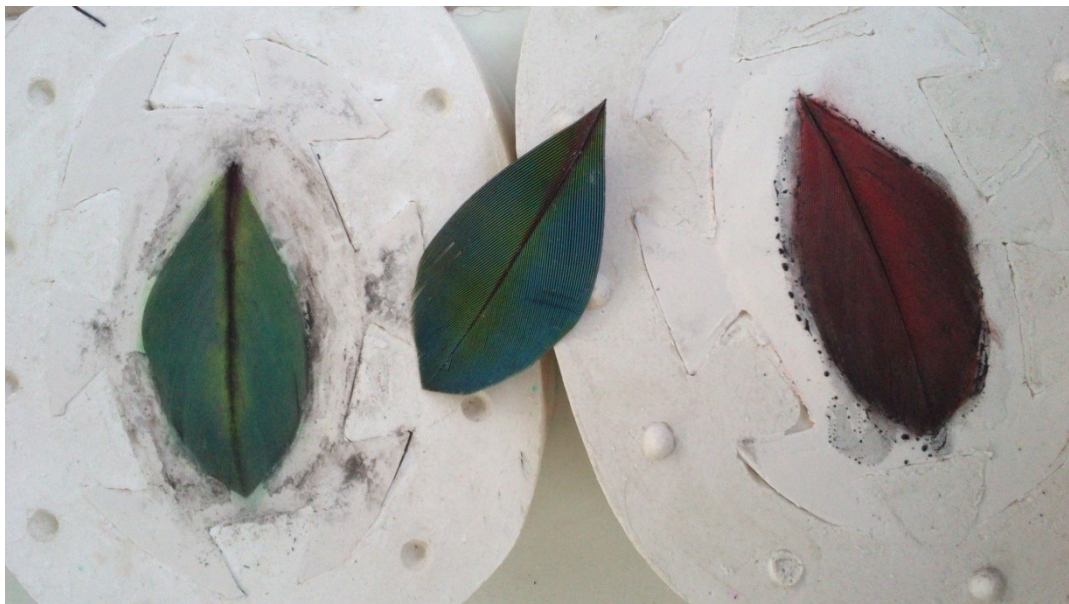
En esta ocasión la silicona se aplicó líquida, construyendo un encofrado de plastilina para separar las dos partes del molde, siguiendo el perfil de la pluma. Se aplicó igualmente ciclododecano al 10% en White Spirit, esta vez con pincel, separando las dos caras de la pluma por medio de un tabique de plastilina perimetral y se aplicó la primera capa de silicona líquida para que registrara bien y la segunda capa con agente tixotrópico para evitar el descuelgue de la silicona y engrosar de esta manera el molde. Posteriormente, se realizó el contramolde de escayola y, tras el desmoldeo, se procedió a las pruebas de color.





**Figura 396. A) Aplicación de ciclododecano con pincel. B) Molde ya terminado**

Como la unión entre las barbas presentaba una coloración negra en la primera prueba se pensó en bañar todo el molde con pigmento negro y luego intentar retirarlo de las partes salientes. El resultado no fue bueno ya que era difícil eliminar el pigmento negro, que se impregnó demasiado en la silicona, con lo que las plumas quedaron muy oscurecidas. En la segunda prueba, se prefirió aplicar el color en estas zonas sobre el molde con el pigmento mezclado con agua y un pincel pintando el trazo negro. Estas, aunque quedaron mejor, presentaban un trazo demasiado definido, a diferencia del original que se encontraba más difuminado. Esta investigación aún está en curso.



**Figura 397. Dibujo de la primera pluma**



**Figura 398. Dibujo de la segunda pluma**



**Figura 399. Resultado final de las plumas de guacamayo: anverso. A) Primera prueba, B) Pluma auténtica, C) Segunda prueba**





**Figura 400. Resultado final de las plumas de guacamayo: reverso. A) Primera prueba, B) Pluma auténtica, C) Segunda prueba**

Aún así, la conclusión es que este material de moldeo (silicona) tal y como se ha probado, aunque produce buenas réplicas, muy precisas, daña la pluma original, aunque en numerosas ocasiones podrían utilizarse otras plumas ajenas a la pieza original para realizar el molde. Por otro lado, con la metodología seguida, es posible que los moldes presenten burbujas, efecto que podría subsanarse mediante el empleo de campana de extracción durante el proceso de moldeo.

Por otra parte y, a pesar del protector, sobre las plumas, en mayor o menor medida, queda una sustancia blanquecina de la que se desconoce su naturaleza, más visible por ejemplo en el reverso de la pluma de guacamayo. Podría tratarse de restos de ciclododecano que por alguna razón no hubiera sublimado, restos de la silicona o gel de sílice. Esta cuestión está investigándose.

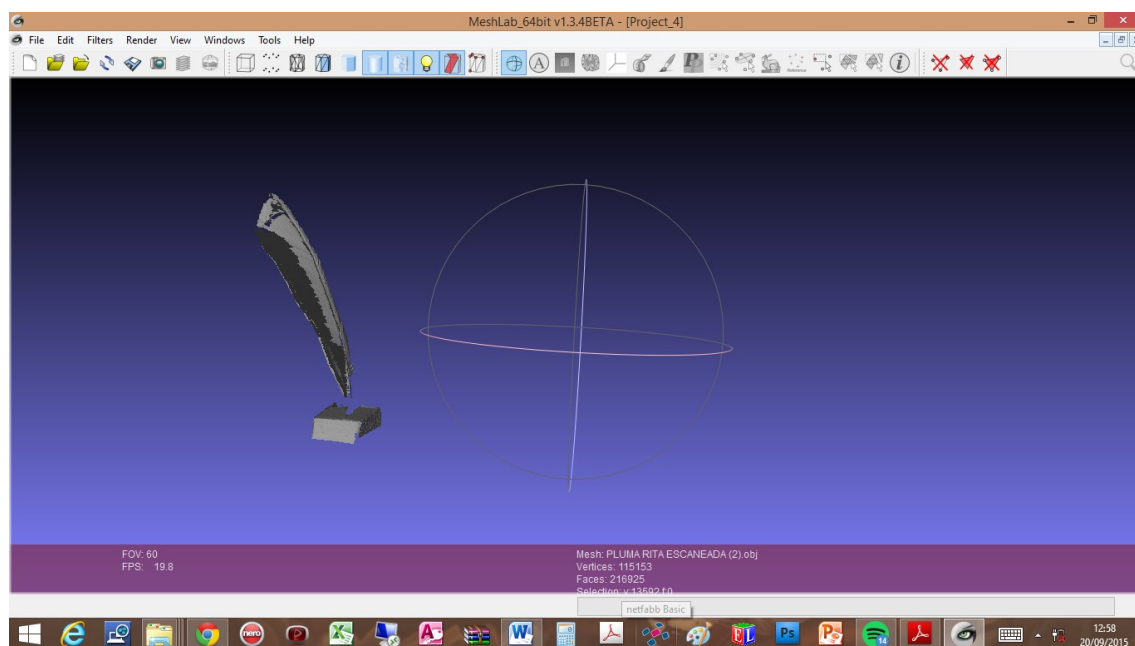
Los próximos ensayos previstos se realizarán con otros materiales de moldeo. Como se ha comprobado en esta tesis, durante los tratamientos de limpieza, una buena alternativa de material de moldeo es el alginato dental, que respeta la estructura de la pluma y tiene una aceptable capacidad de registro. Presenta el inconveniente de que es una técnica con la que hay que trabajar muy rápido y además, al aplicarse diluido en agua, aporta humedad a la pieza.

#### Técnicas de reproducción en 3d de plumas

En este caso al igual que ocurrió con el pelaje, se intentó registrar una pluma con un escáner 3D para reproducirla posteriormente con impresora 3D, haciendo un molde de la misma, del que luego se



sacaría el positivo en color. De esta manera se intentaba reproducir la pluma sin tocar el original. Para ello, se intentó registrar una pluma de paloma torcaz, con un escáner Konika Minolta VI-910. El registro no fue bueno; de hecho, se generaban varios huecos en la malla haciendo imposible repararla con programas de retoque de mallas gratuitos como Meshlab® o Netfabb Basic®. Esta investigación aún está en proceso.

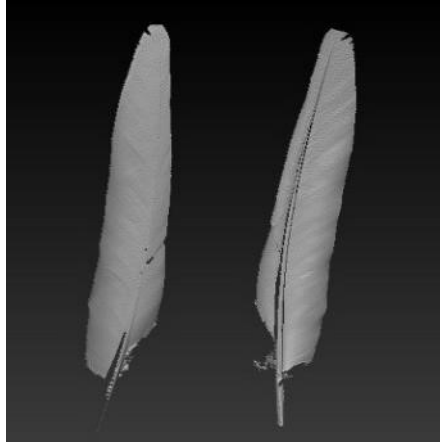


**Figura 401. Ejemplo de malla pendiente de construir**

Vista la dificultad que presentaba para este escáner el registro en detalle en objetos pequeños, se adquirieron unas mallas a una empresa (Formeit) que las comercializa.<sup>850</sup> La investigación continúa abierta.

---

<sup>850</sup> Actualmente esta sección ya no existe, pero se pueden adquirir mallas de distintos objetos en otros “bancos de imágenes en 3D,” incluso de manera gratuita.



**Figura 402. Pluma escaneada adquirida en la empresa Formeit**

#### Elementos de unión final de las prótesis

Ya se ha visto que a menudo estas prótesis se unen al resto del cuerpo por medio de adhesivos. Pero, en ocasiones, éstas deben llevar algún material insertado para reforzar esta unión como espiguillas o elementos de unión metálicos, varillas corrugadas, etc.

En otras ocasiones puede ser deseable la realización de una unión "reversible" para montar o desmontar el apéndice según las necesidades, como por ejemplo en el caso del desmontaje del cuerno para salvaguardarlo que se ha presentado con anterioridad. Esta función puede acometerla perfectamente los microimanes de neodimio, cada vez más empleados en el ámbito de la conservación y restauración del patrimonio.

#### 16.6.2.5 Reintegraciones volumétricas con tejidos y otros materiales

##### 16.6.2.5.1 Papel japonés

Actualmente el uso de papel japonés para reintegraciones volumétricas es una práctica extendida en especímenes naturalizados. La aplicación de éste varía desde una especie de parcheado con una capa, a rellenar por capas la superficie faltante o hacer una especie de “pasta” junto con un adhesivo, que se adapta dándole forma a las distintas faltas (decimos una especie de pasta porque en realidad la hoja de papel nunca se deshace, sino que en algunos casos se hacen “burruños” de papel).

- **Aplicación a distintos materiales**

##### Piel

El papel japonés también se puede utilizar como material de relleno en lagunas sustituyendo a los rellenos de resina tradicionales que podrían comprometer los materiales originales o ser irreversibles (Moore, 2006). Por ejemplo se puede emplear como adhesivo-aglutinante un adhesivo a base de PVA que es reversible con agua tibia (Moore, 2006)

Las masillas realizadas con esta mezcla pueden además texturizarse para “armonizar” con los tejidos de alrededor antes de pintarla y puede usarse a nivel superficial o como un relleno más profundo. El relleno es similar en aspecto al papel maché pero es más duro (Moore, 2006).

En la restauración del orangután del Museo de Ciencias de Búfalo (EEUU) ya citado, Fran Ritchie utilizó para reparar la punta de una oreja papel japonés a modo de relleno adherido con pasta de almidón de trigo<sup>851</sup> (Ritchie, 2013). Esta reintegración fue reintegrada con pintura acrílica (acrílicos de la casa Golden Artist Colors y de la marca Behr). Esto mismo se hizo con las costuras presentes en la axila, sobre las cuales se colocó un papel japonés adherido con pasta de almidón con el borde desflechado y entonado con la zona circundante. El papel recubría las puntadas de hilo y las cabezas de los clavos existentes, así como puenteaba la abertura. (Ritchie, 2013).

Otro ejemplo se puede ver en la restauración de un oso polar donde para reconstruir los dedos faltantes se creó un cuerpo de papel maché hecho con un tissue libre de ácido y fue recubierto con una hoja ligera de tejido japonés *Tosa Tengujo Japanese tissue* adherido con hidroxipropilcelulosa (Lingle y Singleton, 2011).

En la restauración de la oreja de un facóquero común, que aunque conservaba la piel le faltaba gran parte de relleno, se sustituyó este por ethafoam y los desgarros se restauraron utilizando papel japonés (Tosa Usushi) adherido con Paraloid B72 (Carter, 1998, citado por Kerr, 2012). Se reintegró

---

<sup>851</sup> Según Fran Ritchie la pasta de almidón de trigo presenta la ventaja de tener buenas propiedades de adhesión con el papel y otros materiales orgánicos, y es fácilmente reversible si el relleno debe ser eliminado en el futuro (Ritchie, 2013).

cromáticamente sobre el papel japonés usando pintura acrílica para integrar el tono y color con la piel (Kerr, 2012).

Para la reconstrucción de las orejas faltantes de "un zorro" de *the University of Dundee's D'Arcy Thompson Zoology Museum to the University's Carnelley Building* (Dundee, Reino Unido) se efectuó un reconstrucción por etapas, valiéndose de la pequeña zona que aún quedan de las orejas para fijar la nueva construcción. Se emplearon tiras de papel japonés (20 gsm) rasgadas recubiertas con PVA, levantando poco a poco la forma, a través de la superposición de capas, intuyendo el contorno, la forma y el tamaño desde los elementos existentes aún d elas orejas originales. (Umpleby, 2010). Para lograr una textura aterciopelada similar a la de la piel en las superficies interiores de las orejas, se adhirieron con PVA tiras de papel secas sobre el papel humedecido consiguiendo una textura superficial rugosa, que podía texturizarse más desbastando las fibras d epapel con un cepillo rígido de cerdas (Umpleby, 2010).

Para reconstruir las orejas se basaron en fotografías y en la evidencia del contorno de las partes faltantes (Umpleby, 2010) y para simular el pelo, la reconstrucción con papel se recubrió con pelos de perro sueltos, lavados y secados que fueron alineados y adheridos en haces a las orejas de papel con PVA. Para casar el color con el pelaje original del espécimen los pelos se pintaron con una aguada de pintura acrílica. Luego se recortaron para adquirir la forma y el tamaño adecuado (Umpleby, 2010).





**Figura 403. Distintas fases de la reconstrucción de unas orejas con papel japonés recubierto de pelo.**

### Reconstrucción de otros tegumentos

En muchas ocasiones otras zonas se ven comprometidas como los pies y patas en aves especialmente.

Para la reparación de los tegumentos de las patas carcomidas de un ñandú se hizo un parche (forración) con papel japonés adherido con PVA bajo las faltas y las grietas (rajas). Se empleó guata de poliéster para rellenar el espacio existente entre los huesos y los alambres en las patas. El mismo papel se empleó para hacer los rellenos de las zonas perdidas y recubrir la guata (Umpleby, 2010). Para simular las escamas se emplearon trocitos de papel cortados dándole la forma curva con el mango de un pincel mientras aún se encontraba el papel humedecido (Umpleby, 2010). Estas se adhirieron de forma individual a la pata. Posteriormente se reintegró cromáticamente con pintura acrílica (Umpleby, 2010).



**Figura 404. Reconstrucción de una pata de avestruz**

En la reconstrucción de la pata de un zampullín, Simon Moore empleó así mismo tiras de papel japonés, plegadas, insertándolas en la oquedad, dándole forma y humedeciéndola con PVA de pH neutro que posteriormente texturizaba con una espátula con punta especial o afilada hasta lograr el efecto deseado. En este caso Moore en la reparación de la pata de un zampullín chico

tras recolocar el hueso de la pata, pegarlo, y hacer el relleno texturizado, recubre esta zona con un lacado de goma laca (Moore, 2006).

### Reconstrucción de plumas

Ya se ha visto que en objetos planos el papel japonés funciona tanto como una reparación estructural (parches o injertos) o como una reintegración volumétrica. Éste es útil tanto para reconstruir plumas de aves que han sido dañadas por plagas, como para volver a montar plumas sueltas. (Moore, 2006).

Emili Lin realizó un estudio destinado a objetos etnográficos y vestimentas que presentan plumas, donde probaba distintas técnicas y materiales de compensación de pérdidas en plumas dañadas, efectuando a la vez una recuperación cromática, (Lin, 2011). Éstos métodos son adaptables a aves naturalizadas, teniendo en cuenta que la colocación, en algunos casos, es más difícil, tratándose de plumas coberteras o rémiges que están pegadas al cuerpo, que en tectrices, que son más fácilmente manipulables.

En sus pruebas como soporte se probó papel japonés<sup>852</sup>, tejidos (Seda Habutae)<sup>853</sup>, textiles no tejidos (Reemay)<sup>854</sup> y barbas de plumas de ganso blancas, estas últimas ya vistas anteriormente. Éstos elementos se coloreaban bien por inmersión en un tinte o por tinción localizada (mediante máscaras de enmascarar para hacer un dibujo preciso) y otras mediante impresión digital (Emili Lin, 2011).

Para hacer el dibujo del patrón de las plumas a mano, se probaron tres materiales de enmascaramiento para tela: Presist<sup>®</sup><sup>855</sup>, el adhesivo Lascaux 360, y el Lascaux 498. De esta manera se evitaba teñir zonas no deseadas durante el dibujo. De todas ellas, la máscara Persist no había impedido que el tinte penetrara en la zona de reserva dando lugar a bordes desdibujados, en cambio los adhesivos acrílicos fueron más resistente a la penetración del colorante (2011)

También se probó la impresión digital sobre los diferentes sustratos empleando una impresora plana comercial que endurece las tintas por UV<sup>856</sup> (Emili Lin, 2011). Su funcionamiento consiste en que se propale sobre la superficie a pintar pigmento CYMK que cura con UV (Emili Lin, 2011)

En la investigación se hizo un montaje en Photoshop para crear un mosaico con el patrón de color correspondiente a la zona de pérdida, con una escala 1:1 Emili Lin (2011) La impresión digital fue desigual de unos sustratos a otros: La tinta no curó inmediatamente sobre la seda y debido a la gran capilaridad del tejido provocó que la imagen saliera borrosa (fig. 5a), al igual que pasó en el papel japonés más ligero donde la tinta traspasó el papel. Con los papeles más pesados (Soda Ash Pure Kozo y AIKO 227 KOZO Natural) y el Reemay se produjo una imagen más nítida, al igual que con las barbas de las plumas (Emili Lin, 2011).

---

<sup>852</sup> Se probaron distintos papeles japoneses, todos blancos pero con un peso diferente: MU-2 USU Mino, (Japanese Paper Place); Soda Ash Pure Kozo, (Japanese Paper Place) y AIKO 227 KOZO Natural.

<sup>853</sup> Este tipo de tela con un ligamento de tafetán equilibrado, es ligera, algo traslúcida y presenta poca textura. Además responde bien a los tintes usados en conservación, Irgalan<sup>®</sup> y Telana<sup>®</sup>.

<sup>854</sup> Es un poliéster traslúcido no tejido que además puede ser impreso digitalmente.

<sup>855</sup> Preparado comercial soluble en agua

<sup>856</sup> Océ Arizona 250 GT UV Curable flatbed printer





**Figura 405.** En la imagen izq., reintegración con seda Habutae impresa. En el centro reintegración volumétrica con papel Kozo impreso (laguna superior) y Reemay impreso en la laguna inferior. A la derecha el reverso de la pluma del centro.

Sea cual sea el sustrato en general la impresión digital es un método eficaz para reproducir patrones complicados (Emili Lin, 2011).

Además en la investigación se evaluó varias técnicas de adhesión de las reintegraciones al soporte original (Emili Lin, 2011).

Para la colocación de los "injertos" en las plumas se tuvo en cuenta los posibles daños que se podían hacer a la pluma como dañar la estructura física o las propiedades químicas, sopesando la forma de colocación de los injertos, o el posible daño con calor a los colores biocromos: entre los que estaría el posible daño a la queratina por la aplicación de calor, el desvanecimiento de los colores biocromos, especialmente los carotenoides también con el calor y la posibilidad de solubilizarse con la aplicación de disolventes, o la separación de las barbas por una presión excesiva. (Drummond 1994, citado por Emili Lin, 2011)

Por ello se tuvo en cuenta la facilidad de aplicación, una adherencia adecuada, o el uso de disolventes menos tóxicos. Se desarrollaron dos métodos: un método adhesivo sin soporte y otro con soporte (Tetex®)<sup>857</sup> (Emili Lin, 2011).

Se usaron como adhesivos para recubrir el Tetex Beva film, Lascaux 360 y 498. La Beva film fundía a 60°C y creaba una buena unión entre las barbas de la pluma y el tejido Tetex pero resultaba muy brillante y la presión leve con la espátula desordenaba las barbas. La reactivación con disolvente no se

---

<sup>857</sup> Tejido de polyester ligero de trama abierta

probó ya que requería disolventes más tóxicos y una evaporación lenta. Así que se mezcló Lascaux 498 y 360 (3:1) y se aplicó con pincel al Tetex (Emili Lin, 2011).

Se aplicaron 5 capas de adhesivo con una solución al 25% en agua desionizada y se reactivó con etanol. Este recubrimiento no daba una apariencia brillante, pero esta proporción no tenía buenas cualidades adhesivas. Una mezcla sin diluir tenía mejor adhesión pero daba un aspecto brillante (Emili Lin, 2011).

#### 16.6.2.6 Restitución de los ojos (Prótesis ocular)

Los ojos como se ha visto es uno de los elementos que le da más identidad al espécimen naturalizado. En muchas ocasiones estos se han perdido, bien de manera accidental o porque se les ha retirado intencionadamente para ponerlos en otro artefacto que se consideraba de más valor.

Ya se ha visto que hay pocas empresas que suministren ojos. La más conocida es Tohikon que son de muy buena calidad, pero caros. Además que hay que importarlos desde Pensylvania (EEUU) siendo preferible el encargo de varias unidades para compensar los gastos de envío.

Aquí en España hay empresas de taxidermia que suministran ojos como Jungla que los trae de Alemania pintados al fuego, taxidermia Miguel Ruiz o el Ciervo entre otros, que además suministran otros elementos como bocas, pieles o cuerpos.

Los ojos se pueden adquirir completamente terminados, o transparentes con pupila para pintarlos nosotros mismos por el reverso. Otra opción es fabricarlos nosotros mismos, según las técnicas de los manuales de taxidermia que presentan la manera de hacer ojos de forma más o menos casera, como el Abad Manesse. Debemos fijarnos en fotografías y otros documentos para ver el color y la forma de los mismos.

Por otro lado para saber el diámetro de los ojos que necesitamos podemos guiarnos de las tablas que aparecen en los distintos manuales de taxidermia existente como se ha visto en el capítulo 9.

Un ejemplo de fabricación casera puede verse en la restauración del elefante del Museo Estatal de Zoología de Dresde se fabricaron los ojos a partir de una plancha de acrílico, que fue pulida y esmerilada, dándole una forma cóncava-convexa. Posteriormente se pintó la parte posterior con pintura al óleo y finalmente se recubrió el acrílico con resina alquídica para darle más brillo. (Heidecke, 1986).

Como ya se ha indicado, ni quitar el ojo existente porque es más fácil adquirir dos iguales que intentar casar el ojo nuevo con el original, ni coger ojos de otro espécimen es aceptable: **¡No es ético coger los ojos de otro espécimen para incorporarlos a la pieza que se restaurando!**, y en colecciones con un alto grado de protección podría considerarse un delito contra el patrimonio.

En la restauración de las cabezas del Museo Nacional de Irlanda, *National Museums Northern Ireland*, a una gacela Dorcas que le faltaba un ojo, se le repuso el ojo faltante, escogiéndolo de una colección de ojos de los antiguos taxidermistas del Museo. El ojo se fijó en su lugar mediante Polyfilla, que se

igualó con la otra cuenca con pinturas acrílicas (Kerr, 2012). En caso de que no quede más remedio que coger alguno, se debe documentar estas piezas porque son parte integrante de la colección con una entidad propia.

- Etiquetas

Para reconstruir faltas en las etiquetas identificativas y comerciales la reintegración volumétrica se puede hacer con un tisú japonés de las mismas características morfológicas que el papel a reconstruir (Macarrón, J., com. personal, 2015).

### 16.6.3 Reintegración cromática

---

Ya se ha comentado que la recuperación del color en zonas como patas, picos u otros tegumentos es una práctica que se ha venido desarrollando casi desde la creación de las primeras policromías como una acción rutinaria (en las primeras piezas naturalizadas a priori parece que no se coloreaban dichas partes).

Esta no siempre se ha efectuado de la manera más respetuosa y a menudo se ha repintado sobre la pintura original o en zonas que no habían sido pintadas por los autores de las naturalizaciones.

Actualmente esto se sigue haciendo ya que prima el carácter estético frente al histórico.

Esta intervención puede a menudo, ir unida a la propia reintegración volumétrica como en el teñido de piel injertada, el coloreado en masa de la masilla de relleno o de moldeo. Pero en otras ocasiones debe hacerse tras la reintegración volumétrica o como un paso único cuando no es necesario recuperar el volumen.

#### **¿Debemos aplicar los criterios que se aplican en objetos artísticos?**

En el decálogo del Ministerio de cultura se recoge la idea de que:

En lo que se refiere a la pintura y a la policromía, las reintegraciones deben justificarse, además de lo expuesto, por la recomposición de la correcta lectura de las mismas. De acuerdo con las circunstancias se podrá elegir entre diversas soluciones: punteado, rayado, etc. Si las faltas, una vez realizado el proceso de limpieza y consolidación, dejan el soporte visto, de manera que el tono de éste no distorsiona el cromatismo del conjunto, no será necesario efectuar reintegraciones.

Toda reintegración debe ceñirse exclusivamente a los límites de la laguna, se llevará a cabo con materiales inocuos y reversibles, claramente discernibles del original y a simple vista, a una distancia prudente, dejando especialmente reconocible la reintegración en las zonas adyacentes al original (MCU, 2007, p. )

Hasta ahora los criterios que se han seguido en la recuperación cromática de especímenes naturalizados es la realización de reintegraciones invisibles (ilusionistas), y casi en la mayoría de las ocasiones aplicar color aunque las faltas no fueran perceptibles o como ya se ha dicho la zona no hubiera sido policromada previamente. Respecto al primer punto es difícil justificar hoy en día una reintegración técnicamente reconocible (tratteggio, puntillismo, rigattino, selección cromática, abstracción cromática o tintas neutras) ya que sería difícil entender un pato con el pico a rayas, resultaría algo caricaturesco desde el punto de vista actual en el que se encuentra la restauración de las mencionadas obras (recordemos que una visión más arqueológica de estas colecciones daría

cabida a este tipo de intervención, pero actualmente aún se está lejos de que esto ocurra). Por otro lado, al igual que sucede en la pintura monocromática, la realización de una reintegración con trazos no solo disturba la lectura general sino que interrumpe la intención de la obra. En este caso ocurriría algo similar, ya que en muchas ocasiones los colores aplicados en dichas zonas suelen ser planos y frecuentemente monocromáticos.

En esta tesis se va a diferenciar entre dos tipos de daños cromáticos: aquellos relacionados con la pérdida puntual de pintura como son las lagunas, y por otro, la pérdida por desvanecimiento del color general del pelaje o el plumaje. La diferencia entre el tipo de daños conlleva aproximaciones de restauración diferentes. En el primer caso<sup>858</sup>, las pérdidas puntuales, no estaría justificada la aplicación generalizada del color, recubriendo inclusive zonas en buen estado, en el segundo caso<sup>859</sup>, en muchas ocasiones como se verá más adelante sí se acepta, ya que el daño afecta a todo el conjunto.

Además, si un animal donde es determinante la coloración del pelo o pluma para reconocer la especie, el sexo, la edad se ha decolorado, ¿qué debemos hacer? Porque se sabe que la aplicación de un tinte es una operación prácticamente irreversible y es difícil sino imposible en muchos casos, evitar la impregnación total del material original (podríamos aplicar un barniz que aislara el original del tinte pero estaríamos igualmente introduciendo un producto "extraño"). Se conoce igualmente la poca estabilidad de los tintes naturales a la radiación lumínica que provoca el desvanecimiento, oscurecimiento o cambio radical de color o tono. Respecto a este cuestión se podría decir, de acuerdo, en caso de desvanecimiento se puede "volver a colorear" pero, ¿y si la policromía ha variado su color, qué hacer?

Estas cuestiones son controvertidas, ya que en las intervenciones realizadas en otro tipo de objetos patrimoniales como puede ser la restauración de pintura, nunca repintaríamos un resinato de cobre porque se hubiera ennegrecido.

Respecto a los materiales empleados en reintegración cromática a lo largo de la historia han ido variando y han dependido del tipo de bien cultural-objeto patrimonial. En taxidermia históricamente se han empleado los mismos materiales que los de las policromías originales, repintando las zonas de los tegumentos con óleo (estuvieran estas inicialmente repintadas o no), no diferenciando entre la pintura ya existente y el repinte, y sin aislar ambos. La razón del uso de los mismos materiales puede deberse a que el taxidermista o preparador era el que habitualmente restauraba las piezas deterioradas, empleando productos que conocía y que daban buenos resultados a nivel estético y técnico, y se buscaba en estas intervenciones la durabilidad antes que la reversibilidad.

#### **16.6.3.1 Reintegración pictórica (acuarelas, acrílicos, etc.)**

En este apartado se va a referenciar la reintegración en zonas como picos, patas y peanas/soportes empleando pigmentos aglutinados o aquellas destinadas a colorear los elementos de reintegración

---

<sup>858</sup> En esta tesis se denominará a este tipo de intervención reintegración pictórica.

<sup>859</sup> Este tipo de intervención más general se denominará tinción

volumétrica (masillas de relleno, prótesis o plumas, y pieles arificales y naturales). Algunas reintegraciones cromáticas ya se han referido en el apartado anterior unidas a sus respectivas reintegraciones volumétricas.

Se ha denominado pictórica a este apartado para diferenciarlo del siguiente que también emplea pigmentos pero que está destinado a la recuperación cromática del pelaje y el plumaje.

Algunas cuestiones que deben considerarse en la reintegración cromática es cómo envejecen los materiales empleados en la reintegración, variando sus cualidades cromáticas. Además se debe tener en cuenta el empleo de la luz durante la reintegración<sup>860</sup> y tener en cuenta si el color que se quiere reproducir no corresponde a un color biológico, ya que debería respetarse la patina del tiempo.

Historicamente en todas las representaciones artísticas se ha empleado en mayor o menor medida el óleo para hacer repintes y retoques. Este ha sido sustituido ya que presenta durante el envejecimiento el inconveniente de volverse extremadamente irreversible. En pintura de caballete ha sido sustituido por acuarela o/y pigmentos al barniz, buscando un material acorde con aquellos cuadros que han sido barnizados. En cambio en otras representaciones se ha preferido el uso de pintura acrílica.

Al margen de los materiales empleados, una cuestión de criterios básica es que la adición de cualquier material debe diferenciarse de alguna manera como ya se ha comentado, o debe aislarse el material original para facilitar la reversibilidad en caso de que haya que eliminarse la reintegración (cambio cromático del repinte u otra variación matérica). Un ejemplo de que algunos restauradores de taxidermia están teniendo en consideración estas cuestiones puede verse en la restauración del 'Great Bass Rock' del Ipswich Museum acometida por Suzanne Hill, donde la restauradora se planteaba que había que considerar un equilibrio entre la conservación y la exhibición, no siendo ético eliminar o repintar la pintura antigua que se estaba pelando y se encontraba descolorida en áreas como picos o patas. En zonas donde el daño era muy generoso se aplicó una capa de Paraloid B-72 para proteger cualquier resto de pintura original (Hill, 2008).

Las técnicas de reintegración aunque invisibles difieren mucho en función del tipo de animal y de la zona a intervenir. También de los criterios y gustos del propio restaurador. Al ser colecciones junto las etnográficas que no se ha investigado mucho la reintegración cromática muchas pruebas dan resultados fallidos, pero que a la postre, representan una herramienta muy útil para el restaurador. Por ejemplo en la restauración de varias piezas del Museo Nacional de Antropología (MNA), México, donde se repusieron algunas plumas remeras faltantes, para dar la coloración similar a las originales, estas las pintaron con acuarela, pero las restauradoras señalaban que ésta era una intervención a corto plazo ya que las barbas se volvían muy rígidas con el aglutinante de las acuarelas y probablemente terminarían haciéndose quebradizas. (Macías y Blas, 2012).

Jack Thiney, 2002 comenta que para reajustar el color de apéndices reencolados o para devolver el color a un espécimen decolorado es posible teñirlos por medio de un aerógrafo que da una coloración uniforme y buenos resultados especialmente si se utilizan tintes específicos para cuero a base de tolueno o de acetona pero también pueden usarse tintas acuarelables o acrílicas (Thiney, 2002). Este tipo de reintegraciones se suelen hacer bien con pincel o con aerógrafo.

---

<sup>860</sup> Ver metamerismo en el apartado de reintegración lumínica





**Figura 406. Repintado parece ser generalizado de una pata de águila**

Dentro de las técnicas de reintegración una manera que plantea Jack Thiney en animales con pelo muy corto en que se hace difícil realizar una inclusión de pelo se puede aplicar la técnica del trampantojo "*trompe-l'oeil*", que consiste en por medio de pinceles finos reproducir el color de los pelos uno a uno. Para evitar que brille es preferible usar pinturas acrílicas que pinturas al agua? (Thiney, 2002).

Algo que se puede ver en especímenes naturalizados es el repintado genral de especímenes sin pelos y de tegumentos enteros que presentan faltas. Por ejemplo podemos citar la recomendación que hace Jack Thiney, (2002) que aconseja que cuando las zonas restauradas son muy numerosas o están muy extendidas debe considerarse dar una coloración general al espécimen y recomienda el uso de pintura acrílica. Esto plantea un problema de criterio como se ha comentado con anterioridad: el pintado del material original, como un atajo para ahorrar tiempo y facilitar el trabajo, no responde a una intención lícita desde el punto de vista de criterios. Sin embargo, este mismo autor desaconseja el uso de aerógrafo debido a que produce un efecto de aplastamiento y de uniformidad a las superficies tratadas<sup>861</sup>. La pintura acrílica, sin embargo, aplicada con brocha o paño permite obtener una mejor sensación en el relieve. Recomienda evitar hacer mezclas sofisticadas de productos que luego son difíciles de reproducir. Tras estos materiales (supongo que del comercio) se pueden utilizar polvos naturales para reforzar el efecto de relieve y añadir efectos realistas. Thiney desaconseja el uso de barnices a no ser que se busque un efecto concreto, ya que convierte en delicados los retoques puntuales efectuados posteriormente (Thiney, 2002).

---

<sup>861</sup> Yves Walter aconseja en cambio la aplicación con aerógrafo, lo que demuestra que la idea de un buen acabado difiere entre unos restauradores y otros.

No existe en la actualidad un consenso en el tipo de materiales utilizados para reintegrar. Esto puede ser debido al escaso número de investigaciones y publicaciones sobre reintegración pictórica en soporte proteico.

Por esta razón muchos taxidermistas actualmente continúan reintegrando con óleo. Por ejemplo Phillip Howard (1989) recomienda colorear los tejidos blandos con pinturas al óleo. Yves Walters, por su parte refiere el uso de pintura al óleo para repintar zonas como picos y otros apéndices apoyándose en documentos fotográficos y otras fuentes. Escogen esta pintura por su estabilidad en el tiempo y a que son fácilmente reversibles (Walters, 2002). La reversibilidad de la pintura al óleo es cuestionable ya que como es sabido con el tiempo el aceite de linaza reticula haciéndose cada vez más insoluble y como ya se ha dicho fomentado por el uso de pigmentos que potencian esta curación como el blanco de plomo.

Una técnica interesante recogida de la taxidermia fantástica que se podría emplear en la reintegración cromática de lagunas en especímenes naturalizados con pelo corto utilizando los productos adecuados es la indicada por Michael Traynor en la recreación de un *Tylacinus*. Se trata de flocular una fibra vegetal teñida<sup>862</sup> y secada que posteriormente es cortada con una guillotina a la longitud deseada (Hangay y Dingley, 1985).

Se aplica con pistola aplicando los floculos en la misma dirección y luego se barniza con spray con un acabado satinado (Hangay y Dingley, 1985).

Sólo se adhiere al principio el 20-30% de los floculos. Es un proceso lento. Este autor indica que es una técnica que no tiene un acabado perfecto si hay una mirada científica. Pero es útil para la exhibición (Hangay y Dingley, 1985).

Cómo se ha visto una técnica similar se ha empleado en las orejas de la liebre antílope del *American Museum of Natural History*, (AMNH) en Nueva York (EEUU).

En los ojos donde la pintura se ha aplicado en frío de manera manual por el reverso que presentan craqueladuras o faltas de pintura, éstos se pueden pintar reintegrar así mismo al igual que ocurre en la restauración de pintura de caballete o con los ambrotipos que presentan grandes craquelados en la pintura de fondo. Se puede pintar estas grietas con una pintura que no porte agua ya que podría provocar nuevos problemas de desprendimiento de pintura. Una buena opción es pigmento mezclado con Paraloid B-72 disuelto en etil lactato e inclusive pigmentos al barniz si necesitamos brillo diluido en este mismo disolvente. Hay que tener en cuenta que el disolvente empleado es de vital importancia a la hora de la facilidad de manejo de la pintura, ya que algunos disolventes no permiten la realización de un trazo fino y suelto. Otros como la acetona evaporan muy rápido dificultando así mismo el trabajo. El acetato de amilo es un disolvente que funciona muy bien con pigmentos al barniz pero que resulta mucho más tóxico que el etil lactato.

#### Peanas

---

<sup>862</sup> Se tiñen las fibras con tintes Dylan. Comercialmente tienen pocos colores, por lo que deben mezclarse entre sí para encontrar el color deseado.

Las peanas como se ha visto, cumplen una función estética similar al marco en cuadros. Estos a menudo son cambiados indiscriminadamente y reformados acorde con las necesidades propias expositivas o para acomodarlo a los requisitos de la época, los espacios donde se exhiben o deseos personales. Esta mentalidad debe cambiarse y en caso de un repintado o un tintado siempre aislar el original, no repintar encima.

### 16.6.3.2 Tinción.

Uno de los grandes problemas como se ha visto de las colecciones de especímenes montados derivado e inherente a su función expositiva es la decoloración fruto de largas horas de exposición a fuentes lumínicas inadecuadas, junto con otras circunstancias medioambientales adversas (AMNH, 2013).

Una encuesta realizada por el AMNH a distintas instituciones que albergaban especímenes montados reveló la necesidad urgente de encontrar métodos apropiados y debidamente investigados para recolorear especímenes con el color desvanecido<sup>863</sup> (AMNH, 2013?). Este problema es extensible a otras insituciones que albergan colecciones etnográficas compuestas por pelo y plumas.

Por ello en muchas ocasiones estas pieles se han teñido<sup>864</sup> para intentar recuperar su color original distintivo de la especie a la que pertenecen, como seña identificativa, ya que la pérdida de color en colecciones de historia natural se traduce en una pérdida de identidad.

Estas prácticas plantean problemas éticos (Horie, 1988) y en muchos ocasiones los productos y tratamientos empleados han sido inadecuados, siendo en ocasiones **irreversibles**<sup>865</sup>, muy invasivos al tener que cubrir el espécimen completo y dañar el pelaje y el plumaje.

Los tintes tradicionales que se han empleado requieren de una limpieza del pelo para evitar que cualquier contaminante (ácido, álcali o sal) pueda interferir con la fijación del colorante (Horie, 1988, p.91). Además para que el tinte se fije a la fibra se debe emplear tratamientos químicos muy agresivos. (Horie, 1988, p. 91). Por otro lado los colores disponibles son poco estables frente a la luz decolorándose rápidamente, inclusive más rápidamente de lo que lo haría un pigmento biológico (Horie, 1988, p. 91). En los métodos en que se emplea agua se corre el riesgo de provocar una pérdida de plumas, distorsionar la piel y desencadenar un ataque de hongos (Palumbo, 2012).

Así mismo, es difícil aplicar el color preciso si no se tiene suficiente experiencia, teniendo en cuenta factores como la edad del ave, el género o la época del año (Palumbo, 2012), pudiendo realizar coloraciones erróneas. Además se puede provocar la pérdida de información científica cuando se emplea por ejemplo colorantes sintéticos (Hudon, com. personal, 2010, citado por Palumbo, 2012).

Sin embargo como excepciones, algunos conservadores se plantean, dependiendo de la finalidad y el estado del montaje, ya sea de uso público o privado, que tal proceso podría estar justificada en determinadas circunstancias (Palumbo, 2012).

---

<sup>863</sup> De los aproximadamente 60 cuestionarios devueltos, el 65 % señalaba que la decoloración era uno de sus problemas más acuciantes y la mitad de ellos opinaban que no tenían a su disposición métodos fiables para hacer frente a los problemas referidos y la única heramienta a su alcance era el cambio de la iluminación (AMNH, 203?).

<sup>864</sup> Sin embargo no todos los tratamientos empleados en plumaje y pelaje están hechos con tintes sino con pigmentos, es decir no son propiamente una tinción pero se agruparán en este apartado todos los relacionados con el pelaje/plumaje.

<sup>865</sup> En plumas por ejemplo debido a que la estructura de éstas son complejas e intrincadas, inclusive los métodos en seco como la aplicación de pigmentos en polvo no son completamente irreversibles (Palumbo, 2012).

En muchos contextos recolorear un objeto patrimonial se considera una violación ética de la autenticidad de la obra, pero por otro lado en este caso se considera también esencial devolver la intención primigenia histórica y artística de los dioramas (Syvalsky, 2012). En muchas ocasiones la función didáctica, y la "admitida" falta de importancia histórica y científica convierten en lícitas estas intervenciones como afirma Bethany Palumbo<sup>866</sup>.

Antes de comenzar un tratamiento de esta envergadura y con estas implicaciones el conservador debe tener en cuenta estas cuestiones éticas, y respetar y seguir en todo momento las recomendaciones en materia de conservación y restauración a nivel internacional (Palumbo, 2012). Estos preceptos, dice Bethany Palumbo pueden variar en función de la finalidad de la obra y de las necesidades del cliente (Palumbo, 2012).

El código del Instituto Americano para la Conservación de Obras Históricas y Artísticas (AIC, 2010), señala que la restauración es aceptable si hay un registro de ésta, si es reversible y detectable. "Además no debe falsificar las características estéticas, conceptuales o físicas del objeto ni eliminar u ocultar el material original" (Palumbo, 2012, p. ).

La decisión de restaurar algunos ejemplares como raro caso frente a otras colecciones es que sale más económico restaurar un espécimen que adquirir uno nuevo para remplazarlo. Esto es debido a la dificultad de adquirir especies raras y a los altos costes asociados a la taxidermia (Palubo, 2012).

#### Diferenciación entre tinte y pigmento (definición)

En muchas ocasiones se entiende como proceso de teñido todos aquellos materiales y procedimientos aplicados en el pelaje y el plumaje para devolver el color perdido pero hay que diferenciar entre colorantes (tintes) y pigmentos.

Para poder entender los distintos mecanismos de fijación del color en los materiales se debe definir la diferencia entre unas sustancias y otras y como interaccionan con el sustrato para dar el color.

Los pigmentos son "materiales coloreados insolubles, que se suspenden en el aglutinante, finamente divididos, formando partículas perceptibles a simple vista o al microscopio óptico" (...). "Al aplicarse en suspensión en el aglutinante adecuado, forman capas de pintura opacas" (Gómez, 2014, p. 51).

Los colorantes o tintes "son sustancias capaces de transferir color a las fibras celulósicas o proteínicas" (...) Forman disoluciones transparentes en las que las partículas de soluto son imperceptibles al ultramicroscopio (...). Se aplican disueltos en un medio poco viscoso y no cubren la superficie textil, sino que están inmersos en ella, proporcionándole color. (Gómez, 2014, p. 52).

En conclusión, un tinte es una sustancia que tiene una afinidad a un sustrato (en este caso el pelo de montajes de taxidermia) sobre los que son aplicados. En contraste generalmente un pigmento es insoluble y no tiene afinidad con ese sustrato. (AMNH Conservator, 2014)

La manera en que el color se fija en la estructura de las fibras difiere de unos tipos de tintes a otros, e inclusive de unos colores a otros dada su composición química diferente.

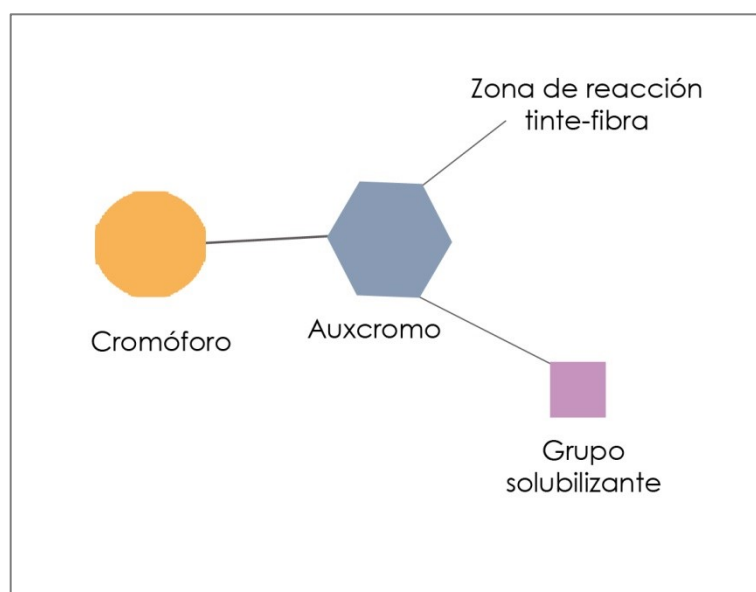
---

<sup>866</sup> En la investigación llevada a cabo por Bethany Palumbo, la Sociedad de Ciencias Naturales Bournemouth donó una paloma para su restauración.

Una molécula típica de tinte está compuesta por diferentes grupos químicos, cada uno responsable de una profundidad específica del tinte (AMNH Conservator, 2014):

- 1) Cromóforo: Extremo que produce la coloración (AMNH Conservator, 2014)<sup>867</sup>
- 2) Auxcromo: influye en la intensidad del color y prevé el lugar donde el tinte químicamente se une con la fibra (interacciones por puentes de hidrógeno, iónico o dipolo-dipolo) (AMNH Conservator, 2014).
- 3) Grupo solubilizante: Permite que la molécula de tinte sea soluble en un disolvente dado siendo capaz de reaccionar con la fibra (AMNH Conservator, 2014).

Los tintes complejos metálicos están hechos de un ion de metal de transición como es el cromo, el cobre o el cobalto compuesto de dos moléculas simétricas de tinte (cromóforo y auxcromo). En general, los miembros de este grupo tienen mejor resistencia al desvanecimiento comparados con otros tintes debido a la estabilidad de los complejos quelados y su gran tamaño de partícula; esto sumado a sus propiedades de trabajo, ha sido la base para su uso pasado en conservación (AMNH Conservator, 2014).



**Figura 407. Molécula de tinte según Linda Knutson, 1982, citado por AMNH conservator, 2014.**

Dentro de los tintes se podría diferenciar entre los colorantes sustantivos, que son sustancias que cubren por sí mismas u otras que necesitan la adición de un mordiente para fijar el color al material teñible (calentamiento, medio alcalino o ácido, o mecanismos electrolíticos) (Gómez, 2014).

<sup>867</sup> “Un cromóforo es la parte o conjunto de átomos de una molécula responsable de su color”



Antiguamente se utilizaba para teñir textiles, tintes naturales extraídos de plantas como el índigo que da un tono azul o el palo de Brasil para teñir de color rojo. Otros como el carmín se extraían de la cochinilla y el púrpura de algunos caracoles. Actualmente en el mercado predominan los colorantes orgánicos sintéticos. Los más conocidos son los tintes azo<sup>868</sup> que corresponden al 60 o 70 % de los tintes usados en textiles. Los tintes carbonilo<sup>869</sup> se adhieren mejor a los textiles de algodón. Las ftalocianinas<sup>870</sup> suelen usarse para hacer colores intensos y duraderos entre otros. (Yaffé, s.f.)

Algunos compuestos inorgánicos son muy similares a los usados históricamente como los óxidos de hierro ( $\text{FeO}$  ( $\text{OH}$ ),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), el cromato de plomo ( $\text{PbCrO}_4$ ) el sulfuro de cadmio ( $\text{CdS}$ ), el ultramar ( $\text{Na}_8\text{-10Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_2\text{-4}$ ), el negro humo y el azul de Prusia ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) (Yaffé, s.f.).

En el capítulo 9 grosso modo se ha explicado el funcionamiento de la tinción en peletería. Aunque rara vez se han pintado o teñido las pieles en origen en taxidermia (Hangay y Dingley, 1985), algunos manuales hacen referencia a estos procesos.

Recordar también que el teñido de pieles es complicado debido a que el pelo y la piel tienen una capacidad diferente de absorber el tinte, siendo más receptiva la piel (Kite, 2006). Esto es clave ya que en ocasiones en un intento de devolver el color al pelaje se tiñe la piel.

La interacción sustrato-tinte juega un papel fundamental en la resistencia a la luz (Nunan et al., 2012). En la investigación llevada a cabo en el proyecto "In their true colors" se constató que el tipo de pelo y el estado de conservación del mismo, influye en la manera en la que se fijaba el tinte al pelo. En las fibras más bastas y nervudas se fijaba mejor que en los pelos quebradizos, finos, suaves o huecos (AMNH, 2013).

#### Colores empleados

Historicamente en peletería se ha teñido las pieles con intenciones muy licitas, para hacer pasar por más caras pieles de menor calidad mejorando la apariencia y por lo tanto el valor. En otras ocasiones se ha teñido para satisfacer la demanda de la moda. Las 2/3 y 3/4 partes de las pieles son teñidas. Esto incluye "el armonizado" en las puntas del pelo, para igualar las diferencias de color. Muchas pieles valiosas teñidas en las puntas del pelo, para igualar las diferencias de color y la tinción de pieles baratas para imitar pieles raras o costosas. (Kite, 2006)

En taxidermia es muy raro teñir los animales ya que como se ha dicho el taxidermista escoge un animal que está en buenas condiciones ya que le facilita el trabajo de la piel, pero eso no quiere decir que en ocasiones no se haga.

La restauración de colecciones de taxidermia ha planteado y plantea un reto debido a la falta de investigación en materiales y técnicas específicas a este tipo de obras (AMNH, 2013). **Además hay pocas publicaciones** (Nunan, 2014). Esta falta de documentación pone en riesgo las colecciones,

---

<sup>868</sup> Caracterizados por tener dos nitrógenos unidos  $\text{N}=\text{N}$

<sup>869</sup> Caracterizados por tener un grupo carbonilo  $\text{C}=\text{O}$

<sup>870</sup> Con estructura parecida a la clorofila o el grupo hemo

especialmente preocupante en aquellas de valor alto, como ejemplares de especies en peligro o aquellas que ya se han extinguido (AMNH Conservator, 2014a; Nunan, 2014).

Muchas técnicas de aplicación de color han sido recogidas de las empleadas en la taxidermia tradicional aplicándose a los especímenes museísticos con resultados inadecuados (AMNH, 2013?).

En otros casos aquellos ejemplares que no se consideraban aptos se han deshechado al no encontrarse métodos de recoloración adecuados (con un estudio riguroso.) (AMNH, 2013?).

Algunos tratamientos referidos son:

- 1) **Pintura al óleo** en tricloroetileno aplicado en spray. Este se ha usado históricamente en el AMNH<sup>871</sup> y otras instituciones (Quinn, com. personal., citado por AMNH, 2013?).
- 2) **Pinturas acrílicas** empleadas por taxidermistas contemporáneos aplicadas en spray (Wildlife Preservations, com. personal, citado por AMNH, 2013?), disueltas en agua o en disolvente (AMNH Conservator, 2014c)<sup>872</sup>.
- 3) **Tinte de cabello** comercial<sup>873</sup> (Palumbo, 2012), como el usado de la marca Clairol<sup>®874</sup>. (Nunan et al., 2012). La estabilidad de estos tintes a largo plazo no se conoce. (AMNH Conservator, 2014c).
- 4) **Colorantes reactivos con las fibras: Procion®** (Palumbo, 2012, citado por AMNH, 2013?). En la investigación de Betany Palumbo se refería cierta preocupación por los efectos que podían tener los residuos tanto de tintes básicos como ácidos a largo plazo sobre el material queratinoso (Palumbo, 2012, citado por AMNH, 2013?).
- 5) **Tintes al alcohol** (Walters, 2002).
- 6) **Pinturas para seda** (Walters, 2002).
- 7) **Tintes específicos para cuero** a base de tolueno o acetona aplicados con aerógrafo que permite una coloración uniforme (Thiney, 2002).
- 8) **Tintas acuarelables**, aplicado con aerógrafo (Thiney, 2002).
- 9) **Tintas acrílicas**, aplicado con aerógrafo (Thiney, 2002). A diferencia de las tintas acrílicas tradicionales, éstos, poseen un tamaño de partícula muy pequeño que los hace idóneos para su uso con aerógrafo.
- 10) **Tintes directos**<sup>875</sup> (Palumbo, 2012).
- 11) **Tintes para madera**<sup>876</sup> (Palumbo, 2012).

<sup>871</sup> American Museum of Natural History

<sup>872</sup> Presentas el inconveniente de que es difícil la reversibilidad y retratabilidad dentro de un diorama, además de presentar una temperatura  $T_g$  muy baja, pudiéndose ablandarse con el calor de la iluminación, atrapando el polvo y dificultando las limpiezas futuras (AMNH Conservator, 2014c).

<sup>873</sup> El tinte de pelo comercial suele contener peróxido de hidrógeno, agente blanqueante que daña las plumas. (Palumbo, 2012).

<sup>874</sup> En las publicaciones referentes al proyecto de recoloración de especímenes naturalizados “In their true colors” no se especificaba el tipo de tinte empleado por el ICC. No obstante algunas publicaciones de este centro refieren el uso de tintes Clairol para la recoloración de pieles naturales empleando “Clairol Lasting Colour Type 2 No. 628, Natural Black” (Dignard y Gordon, 1999).

<sup>875</sup> Los tintes directos son una clase de tintes al agua caliente recomendados para el uso con fibras de celulosa. (Ella dice que las plumas están compuestas de queratina y no de celulosa no es lo ideal. Además se usan en un baño caliente de tinte que no es idóneo para el uso en taxidermia. (Palumbo, 2012).

<sup>876</sup> Los tintes de madera suele estar compuesto por pigmentos, un disolvente (agua o alcohol) y un aglutinante. Aunque el disolvente evapora durante el tiempo de secado, el aglutinante (generalmente petróleo, goma laca o laca) permanece en la superficie provocando un daño finalmente. (Palumbo, 2012).

**12) Pigmentos en polvo** (Palumbo, 2012) o materiales similares como el pastel (Macías y Blas, 2012).

**13) Tintes Orasol**

En la restauración de varias piezas con plumas del Museo Nacional de Antropología (MNA), México, se realizó la reintegración cromática del plumón y las plumas que habían perdido la coloración, con pastel y se usó almidón en aerosol como fijativo (Macías y Blas, 2012).



**Figura 408. Reintegración cromática de una pluma blanca con pinturas pastel**

Bethany Palumbo señala que se debería hacer un estudio cromatográfico tanto en animales vivos como naturalizados para ver con exactitud el grado de color que hay que usar en la reintegración. Además hay que tener en cuenta el tipo de iluminante que estamos empleando durante el proceso como en cualquier intervención de reintegración. (Palumbo, 2012).

De todas las técnicas y productos señalados tan solo se ha investigado su efecto en animales naturalizados en los desarrollados a continuación:

#### **Pinturas acrílicas**

Las pinturas acrílicas acuosas y aquellas basadas en disolventes son usados comúnmente por los taxidermistas contemporáneos, pero el problema de estas pinturas es la reversibilidad y que debido a su baja temperatura de transición vítrea existe la posibilidad de que éstas se ablanden con el calor del diorama, atrapando el polvo de esta manera, y dificultando las futuras limpiezas de la superficie. (Nunan et al., 2012)

#### **Tintes fibro reactivos**

En un estudio realizado por Bethany Palumbo se proponía el uso de un nuevo tipo de productos de recoloración: los tintes fibro reactivos<sup>877</sup>. Lo seleccionaron porque no necesita ser calentado como otros tintes naturales, que deben ser enjuagados profusamente y que a menudo usan un metal pesado como mordiente. Las similitudes entre las plumas (Hudon 2005, citado por Palumbo, 2012) y la queratina de la seda (Dobb 1967, citado por Palumbo, 2012) podrían hacer a los métodos de tinte de seda

---

<sup>877</sup> Establecen un enlace covalente entre las moléculas del tinte y los aminoácidos de la queratina (Burch 1998, citado por Palumbo, 2012).

idóneos para la pluma. Pero hay que tener en cuenta que aunque se ha recomendado teñir plumas con tintes ácidos, (Jensen, com personal, 2010, citado por Palumbo, 2012), la seda es muy sensible a los ácidos (Land, 1985, citado por Palumbo, 2012) pudiendo ser extrapolable este problema a las plumas. Por ello se han hecho experimentos con tintes fibro-reactivos en medios ácidos y alcalinos (Palumbo, 2012). La autora de la investigación indica que el proceso de tintado de animales montados difiere del de los tradicionales en que los primeros no pueden ser aclarados en exceso, y por esta razón no solo se estudió el tipo de tinte y la fórmula usada sino también las consecuencia de dejar exceso de tinte sobre el montaje (Palumbo, 2012).

Además tuvieron en cuenta que el polvo y otro tipo de partículas pueden afectar a la adherencia y a la distribución de los tintes sobre la pluma (Palumbo, 2012).

La marca usada es Procion MX?. La base de la mezcla es tinte en polvo, agua y cloruro sódico. Para testar los posibles problemas causados por un pH inadecuado, se añadió ácido acético a la fórmula para acidificarla (dando un pH de 3,5 ) y carbonato sódico para alcalinizarla (pH de 10) y se midió antes y después de la aplicación sobre las maquetas. La solución alcalina daba una coloración mas saturada y más natural, pero dejaba las barbulas más fragilizadas y presencia de de cristales pequeños de cloruro sódico. La ácida era más suave al tacto. (posteriormente se comprobó que esto era debido a que había dañado la queratina de la pluma) (Palumbo, 2012).

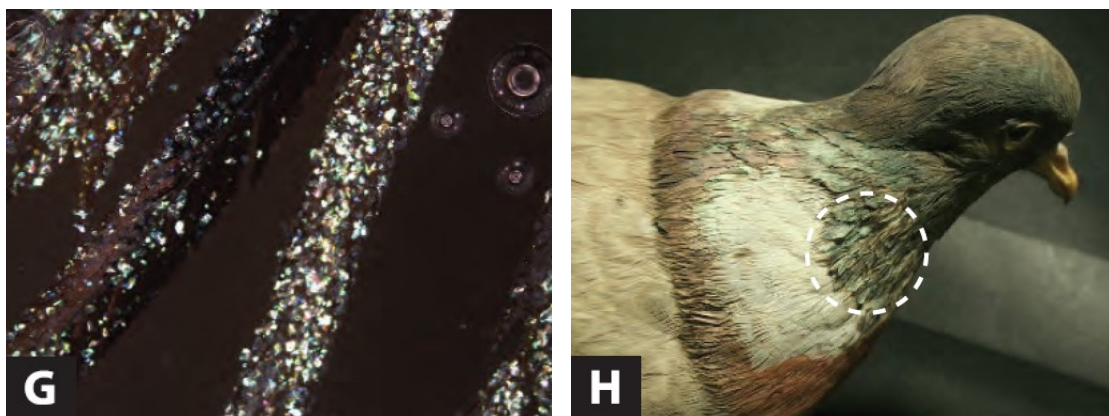
Al microscopio la formula alcalina no causa deterioros en las plumas sin embargo la ácida sí. Los estudios indican además que los niveles de pH de cualquier tinte pueden variar rápidamente una vez ha sido aplicado (Palumbo, 2012).

Uno de los problemas añadidos en la reproducción del color desvanecido es recuperar los colores metálicos iridiscuentes (estructurales). En la investigación llevada a cabo por Bethany Palumbo se comprobó que el pigmento a base de mica<sup>878</sup> empleado por artistas para reproducir iridiscencias, aplicado en seco producía un brillo innatural así que lo aplicaron con un aglutinante a base de acrílico<sup>879</sup>. Aunque las investigaciones con el acrílico demuestran que finalmente se deteriora, algunas fuentes consultadas por la autora indicaron que se podía usar y fue aplicado con un aerógrafo. A simple vista el color conseguido era adecuado y con el microscopio se veía que las bárbulas quedaban apelmazadas entre sí. Esto se resolvía aplicando menos cantidad de producto. Usaron dos tipos de tinta iridiscente ya que en función del ángulo de visión cambia el tono (una roja y otra verde). (Palumbo, 2012).

---

<sup>878</sup> Silicato de mica recubierto por óxidos metálicos diferentes para crear colores diversos (Palumbo, 2012).

<sup>879</sup> Las tintas de Daler-Rowney, que son unas tintas semitransparentes con granos de mica a base de una emulsión de un copolímero acrílico.



**Figura 409. Reintegración cromática del plumaje metalizado de una paloma**

#### Pigmentos XSL

Los pigmentos XSL de dispersión micronizada en agua de la marca Kremer tienen un tamaño de partícula muy pequeño y son tratados con agentes dispersantes, dando lugar a una suspensión que puede pasar fácilmente por el aerógrafo, produciendo colores naturales resistentes a la luz usando un sistema no tóxico. Estos pigmentos tienen una paleta limitada de 8 colores donde faltan tonos marrones. No son solubles en disolventes orgánicos o mezclas de disolventes que contengan menos del 15% de agua, por ello puede provocar efectos adversos en la piel u otros materiales sensibles al agua usados en las preparaciones de taxidermia (Nunan et al., 2012).

#### Tintes Orasol®

Los tintes Orasol 1:2 pre-metalizado ORASOL comercializados por BASF (Pollak et al., 2012) están generalmente aprobados por la comunidad conservadora y son normalmente usados para colorear resinas usados como rellenos tales como epoxi.

Son insolubles en agua y solubles en varios disolventes orgánicos (Pollak et al., 2012) como el etanol (AMNH Conservator, 2014)

Pueden ser aplicados sin sales o peróxidos que pueden acidificar y no requieren enjuague haciéndolos útiles para tratamientos in situ. (AMNH Conservator, 2014)

Están disponibles en una paleta de 17 colores, un rango suficiente para conseguir los tonos característicos de los mamíferos norteamericanos. (Nunan et al., 2012)

Son relativamente resistentes a la luz pero al variar la estructura entre unos colores y otros, algunos son más susceptibles a la fotodegradación<sup>880</sup> (Los estudios anteriores de estos tintes se hicieron en los aglutinantes y no en el colorante solo). (Pollak et al., 2012) Al igual que otros compuestos 1:2 tintes metálicos complejos, los rangos de resistencia a la luz de los tintes van de moderado a alto (Nunan et al., 2012).

---

<sup>880</sup> Sin embargo la literatura indica que estos rangos están basados en el uso como tintes de impresión y los test realizados con dos aglutinantes diferentes producen resultados muy diferentes. Por ello se hicieron test (Nunan et al., 2012).

### Proyecto de investigación "In their true colors"

Entre los años 2010-2012 el American Museum of Natural History (NY) llevó a cabo la restauración de 45 dioramas en la sala principal de mamíferos americanos "*Bernard Family Hall of North American Mammals*"<sup>881</sup>, que estuvieron durante 70 años expuestos a altos niveles de iluminación, decolorando y debilitando los especímenes (Pollak et al., 2012).

El sistema de iluminación causó graves daños al ser los niveles de luz mucho más altos que lo recomendado, además de que emitían luz UV (combinación entre lámparas fluorescentes e incandescentes desde la década de 1950), con lo que producían una temperatura alta dentro de diorama, HR baja, variaciones diarias y estacionales, con lo que llevaron a desecación de especímenes y decoloración de los materiales de exposición. (Nunan et al., 2012)

El diseño de la iluminación naturalista en los dioramas excluía la reducción de los niveles de luz a los que generalmente se considera aceptable para las colecciones de museos<sup>882</sup>. (Nunan et al., 2012).

El objetivo del proyecto era investigar las cualidades de solidez de los tintes frente a la luz, estudiar las interacciones entre los tintes y los sustratos de piel para protegerlos de una degradación mayor y evaluar el grado de penetración y transferencia de los colorantes desde las fibras (AMNH, 2013).

### *Requisitos de los tintes a usar*

En el proyecto se buscaba un colorante que no alterara la morfología del pelo porque dificultaría un posible retratamiento. (Pollak et al., 2012). Además se quería determinar si el uso o no de los materiales de reintegración como el Orasol causaba que el color de los pelos de los animales se decolorara más rápido de lo normal o si actuaba como una protección frenando el daño producido por la luz (AMNH Conservator, 2014). Las sustancias seleccionadas no debían causar el agrupamiento de los pelos (Nunan et al., 2012) o la adhesión (AMNH Conservator, 2014c).

El tinte debía ser aplicado in situ y como no sería posible hacer lavados ni aclarados excesivos de los colorantes, era importante que se prepararan, limpiaran y aplicaran fácilmente (Nunan et al., 2012). Además de tener un grado alto de resistencia a la luz, una gama suficientemente amplia de colores y baja toxicidad (Pollak et al., 2012). Debido a la falta de un buen sistema de extracción de humos en los dioramas y que las salas no intervenidas permanecían abiertas al público (AMNH Conservator, 2014c), el uso de disolventes estaba restringido (Nunan et al., 2012).

### *Retratabilidad/reversibilidad*

Puesto que los dioramas no serían restaurados de nuevo hasta por lo menos 25 años dados los costes asociados a la intervención (Nunan et al., 2012), los tintes empleados debían poseer buenas

---

<sup>881</sup> Estos dioramas están compuestos básicamente de tres elementos principales: una pintura de fondo, objetos en primer plano, y especímenes naturalizados (AMNH Conservator, 2014b). Constan además de un panel frontal de protección de cristal ligeramente curvado para evitar la reflexión (AMNH Conservator, 2014b)

<sup>882</sup> Los niveles recomendados para la piel en el museo es de 5 pies candela (correspondiente a 53 luxes) y estaban los más altos a 65 pies por candela (correspondiente a 700 luxes), por lo que los colorantes a usar debían tener excelentes calificaciones de resistencia a la luz. (Nunan et al., 2012)



características de envejecimiento, reversibilidad y posibilidad de permitir otros futuros tratamientos de los especímenes (retratabilidad) AMNH Conservator, 2014c).

### Pruebas

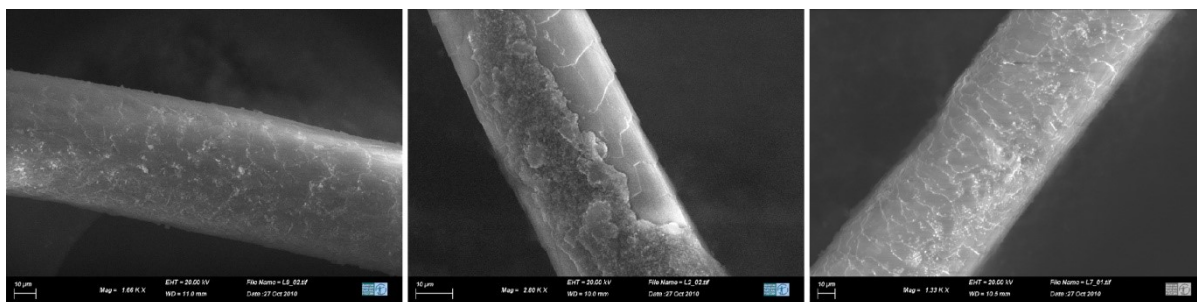
Para analizar el comportamiento de distintos productos de reintegración cromática se testaron tanto acrílicos, como tintes y pigmentos. (Nunan et al., 2012).

Los materiales comparados fueron los tintes Orasol®, los acrílicos “Wildlife Colors Acrylic emulsión” (Smith Paints), “Polytranspor acrylic laquer” (Wildlife Artists Supply Company) y los pigmentos micronizados solubles en agua “wáter-dispensable “XSL” micronized pigments” (Kermer Pigments). (Pollak et al., 2012).

Las pruebas de tinción hechas sobre pelaje de bisonte con los distintos productos demostraron diferencia entre ellos bajo MO y MEB (Nunan et al., 2012).

Bajo el microscopio óptico todas las pruebas parecían similares, pero los acrílicos presentaban un aspecto apelmazado y rígido, a diferencia de los tintes Orasol y los pigmentos XSL que tenían un tacto y apariencia más natural, algo más apagada con los pigmentos XSL. Además se producía una transferencia de tinte con el contacto, más pronunciada con los pigmentos XSL (Nunan et al., 2012).

Con microscopio se veía que el acrílico cubría y oscurecía la cutícula del pelo inclusive creando un recubrimiento no cohesivo alrededor del pelo, provocando algunos levantamientos y pelados en la estructura (Nunan et al., 2012) En cambio los tintes Orasol y los pigmentos XSL apenas se percibían en las fibras de pelo y no parecían recubrir el tallo de éste. En este estudio no pudo determinarse la penetración del tinte dentro del pelo (Nunan et al., 2012).



**Figura 410. Aplicación de distintos colores. Izquierda pelo de bisonte sin tratar. Centro, pelo tratado con pintura acrílica y derecha, pelo tratado con tintes Orasol.**

De todos ellos, la elección final para desarrollar pruebas más exhaustivas fueron los tintes Orasol® debido a que presentaban en conjunto mejores características que los otros.

Dado que se sabía que en función del medio de disolución empleado, las propiedades y el tono de los tintes Orasol variaba, inclusive su estabilidad frente al envejecimiento se hicieron pruebas testando los colores sin aglutinante<sup>883</sup> y con distintos disolventes (Pollak et al., 2012), determinando que la

<sup>883</sup> Debido a que cada color tiene unas propiedades de estabilidad frente a la luz diferente.

estabilidad de éstos variaban en función del disolvente empleado siendo más estables unos colores que otros (Pollak et al., 2012) aunque no se producían cambios estructurales en los tintes tras la solubilización. (Pollak et al., 2012)

Los distintos materiales tienen una calificación de estabilidad frente a la luz que se valoran en la escala *Blue Wool Scale*<sup>884</sup>. Filtrar la luz hace que la vida útil proyectada varíe. (Nunan et al., 2012). De los 14 colores testados 9 poseían un rango Blue Wool de 4 o mayor. (Nunan et al., 2012).

### Resultados

La reversibilidad de los tintes también es buena cuando se han aerografiado sobre el pelaje. Los colorantes Orasol se eliminan fácilmente frotando el caballo con disolvente<sup>885</sup> lo que sugiere además una penetración limitada en la fibra. (Pollak et al., 2012)

La penetración mínima del colorante facilita la reversibilidad del tratamiento pero presenta el inconveniente de complicar limpiezas futuras por la posibilidad de eliminar accidentalmente el colorante. Este tratamiento no es apropiado para especímenes expuestos al aire que pueden ser tocados por espectadores o que requieran de limpieza frecuente (Pollak et al., 2012). Su uso debe limitarse a ejemplares que están en vitrinas cerradas ya que el tinte es transferible y el aspirado o limpieza podría llevar a su eliminación. El uso en casas históricas o residencias privadas no es aconsejable debido al contacto con los químicos por personas desinformadas de los posibles riesgos. (Nunan et al., 2012)

Como conclusión, los investigadores determinaron que los colorante Orasol® son prometedores en la reintegración cromática de especímenes naturalizados dando una apariencia natural (Pollak et al., 2012).

La investigación aún está incompleta ya que es un estudio piloto y plantea nuevas vías de investigación como la resistencia a la luz de los colorantes, la influencia de los colorantes sobre la tasa de degradación del sustrato (en este caso pelo), determinando si estos tintes aceleran o retardan el deterioro del sustrato de queratina. (Pollak et al., 2012), la profundidad de penetración y/o el comportamiento de la transferencia de colorantes (AMNH, 2013?).

---

<sup>884</sup> En esta escala se clasifican los materiales en función de cuantas horas permanecen estables bajo una iluminación de 50 lux con una exposición anual de 3000 horas. La escala va del 1 al 8. El rango recomendado en la clasificación Blue Wool es un 4 o superior (Nunan et al., 2012).

<sup>885</sup> Con etanol el colorante se retira casi por completo y además permite jugar color cuando se trabaja con un trapo consiguiendo degradados y creando distintos matices.



**Figura 411.** En este ejemplar de visón donde la luz no ha incidido (cola, y la parte inferior) se conserva mejor el color original (Pollak, et. al, 2012).



**Figura 412.** Coyote antes y después de la reintegración con tintes Orasol



**Figura 413.** Detalle del hurón ya mencionado, antes y después de la intervención



**Figura 414. Aplicación del tinte con aerógrafo**

- **Tinción de otras representaciones biológicas como cuernas y huesos**

En general no se recomienda tinter las cuernas ni otros elementos óseos. Los taxidermistas en cambio recomiendan como medida de recuperación, si por ejemplo un trofeo ha estado expuesto a la intemperie y se ha decolorado, aplicar con brocha sobre la cuerna nogalina<sup>886</sup> en polvo mezclada con agua. Esta recomendación está hecha para trofeos óseos pero seguramente se aplique también a pieles montadas (Bejar, s.f.).

- **Peanas y otros elementos de madera**

Las peanas han sido coloreadas en origen por los taxidermistas para imitar maderas más nobles como el uso de la nogalina sobre maderas de pino. En otras ocasiones se han pintado con capas cubrientes tanto en las restauraciones como en origen.

Como se ha dicho sería preferible en caso de que se realice una tinción interponer una capa de barniz aislante. La interposición de una película protectora dificultará la aplicación de tintes, pero siempre debe primar el carácter preservativo.

---

<sup>886</sup> Tinte que se obtiene de la cremación de cáscaras de nuez. Posee un color marrón muy cubriente y es soluble en agua (Madrona, 2015).

**16.6.3.3 Posible recuperación química.**

La pérdida de color en colecciones biológicas es especialmente significativa en colecciones en fluido, donde los especímenes pierden por completo el color, dificultando en gran medida los estudios taxonómicos. Desde estas colecciones especialmente se está investigando protocolos para recuperarlo.

Cuando un espécimen se ha decolorado, los pigmentos naturales no se han perdido completamente y los derivados incoloros aún permanecen en el espécimen o en caso de ejemplares en fluido en el líquido (suelen dejar una especie de huella pudiendo ser identificados por métodos de microanálisis modernos). (Stoddart, 2007).

La posibilidad de restituir el color desde estas pequeñas evidencias es algo que se cuestionan muchos conservadores.

A efectos de criterio esta posible recuperación cromática plantea un problema a nivel científico dependiendo de la manera en que se logre esa restitución ya que en gran medida no serán colores originales. Seguramente esta restitución sería posiblemente irreversible e indiferenciable del color original.

Apenas existe investigación sobre la posibilidad de esta recuperación y a medida que estas investigaciones avancen, los cuestionamientos éticos serán mayores.

#### 16.6.3.4 Color lumínico o por medio de la iluminación

Actualmente como se ha visto muchas instituciones han cambiado el uso de la fuente lumínica para cambiar las propiedades cromáticas de las salas expositivas. Esto no es nuevo en los museos con finalidades estéticas, pero desde el punto de vista de la restauración, especialmente en especímenes naturalizados es algo novedoso.

##### *Breve introducción al color lumínico*

Empleando la iluminación del objeto que se expone en un museo se puede recuperar la lectura cromática del mismo.

En el estudio se sacaba provecho de las dominancias de color indeseables de la luz que se produce en muchos museos.

La tecnología LED como se ha visto posee muchas características interesantes siendo cada vez más utilizadas en los ámbitos expositivos.

Además, tienen la ventaja de que la luz que emiten puede parametrarse en casi todos los rangos del espectro de luz visible, pudiendo lograr casi todos los matices de color perceptibles por el ojo humano.

Esta peculiaridad Guillaume Coron, Francoise Vienot y Bertrand Lavedrine la aprovecharon para intentar devolver la legibilidad cromática a especímenes que se habían alterado cromáticamente, potenciando la intensidad de los colores existentes que se habían desvanecido.

El fundamento se basa en que los LEDS emiten en una longitud de onda determinada (única) coloreada y para conseguir una luz blanca<sup>887</sup> vienen filtrados. Por ejemplo hay un tipo de led que emite luz azul y para volverla blanca o más próxima al blanco, ésta se filtra con un recubrimiento fluorescente. Este recubrimiento absorbe la longitud de onda azul y emite luz amarilla. Según la composición del polvo fluorescente se pueden lograr unos matices u otros (luces más frías o más cálidas).

De igual manera se puede generar luz blanca con la combinación de tres diodos de color diferente, como por ejemplo el azul, el rojo y el verde. Otras combinaciones que dan una luz blanca son el rojo-cyan-azul, ambar-verde-azul y ambar-cyan-azul (Vienot, 2008, citado por Coron et al, 2010, p. 83), obteniendo luces con una apariencia idéntica entre sí (blanco cálido), pero con espectros muy diferentes. Esto es debido a que el ojo humano no es capaz de diferenciar bien ciertos valores del espectro. Este efecto se conoce como homocromatismo. Pero esta percepción puede variar bajo unas condiciones lumínicas diferentes (metamerismo). Es decir, un mismo objeto se ve de diferente color bajo condiciones lumínicas diferentes. De esta manera colores similares bajo un tipo de

---

<sup>887</sup> La luz blanca contiene todas las longitudes del espectro visible



iluminación se percibirán diferentes entre sí bajo otra iluminación. A esta percepción puede contribuir la colocación del objeto respecto a los focos lumínicos y viceversa.

De esta manera en función de la luz algunos colores pueden realizarse y otros en cambio apagarse frente a iluminaciones metámeras.

La intención de este estudio era encontrar entre fuentes luminosas metámeras la más idónea para restituir o para aproximarse lo más posible a la apariencia que debía tener un objeto antes de su envejecimiento.

Las combinaciones de la luz se miden con técnicas colorimétricas pudiendo calcular las mezclas de los tres leds metámeros de la luz blanca (En la investigación llevada a cabo esta luz blanca estaba en los 2800 K de temperatura de color<sup>888</sup>), realizando también una experimentación visual de cómo se percibían cada muestra (tomando la referencia de 20 observadores diferentes), comparando la luz de referencia (verde-azul-rojo) con las luces metámeras. En estos estudios se vio que las previsiones colorimétricas coincidían con la opinión dada con los observadores. Es decir aquellas luces que resaltaban los colores, registrado a través de pruebas colorimétricas, eran percibidas de igual manera por los observadores.

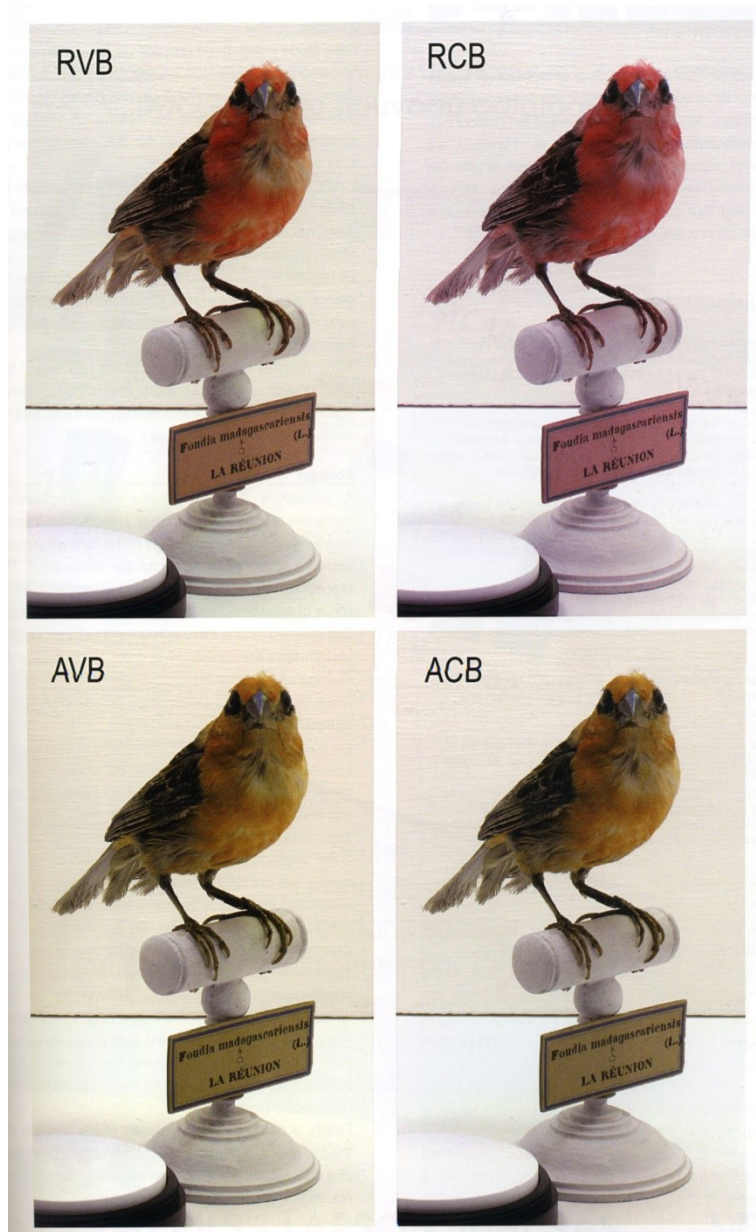
En el estudio de dos especímenes de fodi rojo, *foudia madagascariensis*, de las mezclas de diodos probados la que daba mejores resultados frente a la luz de referencia blanco-cálida era la combinación de diodos azul-verde-rojo ya que avivaban los tonos rojo-naranja y azul-verde sin deformar los colores de manera exagerada como ocurría con las otras iluminaciones metámeras.

Las virtudes de este procedimiento es que no es invasivo y es reversible. Se puede recolorar un objeto sin tocar el espécimen. Además esta variación lumínica puede ser completamente imperceptible por el espectador. Se aproxima a una restauración virtual.

Antes de aplicar esta iluminación debe uno documentarse de cómo es el color original de la especie del espécimen que se está iluminando, para no confundir al espectador proyectando un color no realista (Coron et al, 2010).

---

<sup>888</sup> La temperatura de color de la luz se refiere a la predominancia de una luz hacia tonos fríos (más azulados) o calidos (más amarillentos). La temperatura de luz día que es la que se considera más neutra, está en 5500° K. El rango dado en esta investigación de 2800° K sería similar al efecto que produce una luz de tungsteno.



**Figura 415. Reintegración lumínica con leds.**

Estas técnicas también se aplican a reintegraciones volumétricas, como se puede ver en la reconstrucción lumínica de la cabeza perdida de la escultura de Hans Khevenhüller (1538–1606), regidor de la localidad de Arganda del Rey en Madrid y embajador Imperial en la Corte de Felipe II y Felipe III<sup>889</sup>, o la reconstrucción virtual de los Budas de Bāmiyān, destruidos por los talibanes en 2001. Actualmente no existe ninguna investigación publicada referente a la taxidermia pero sería interesante investigar en este sentido.

<sup>889</sup> Esta reconstrucción se hizo durante la exposición sobre este personaje en la localidad de Arganda del Rey proyectando sobre la cabeza mutilada una fotografía antigua de la escultura perteneciente al Archivo Moreno.

#### 16.6.4 Respecto al MNCN

---

##### Reintegración volumétrica

La reintegración volumétrica como se ha visto en el Museo (MNCN) en muchas ocasiones no ha seguido los criterios más adecuados, a veces fruto de las recomendaciones de la época en conservación y restauración de objetos patrimoniales, como el empleo de masillas epoxídicas que actualmente no se recomiendan, o por haber seguido procedimientos inadecuados como la invasión de la zona original para facilitar la aplicación del relleno.

Estas prácticas deben variar y acometer restauraciones acordes con la zona a intervenir y la función que cumplan (estética o estructural).

En la restauración realizada por Garoz en 2010 aunque no queda muy claro donde se aplican, en el informe de restauración (formato Base de Datos Access) se reseña empleo de masilla epoxi de dos componentes y masilla de poliéster. Estas podrían haberse aplicado para sellar grietas en la piel como se ha venido haciendo hasta la fecha.

##### Reintegración cromática

A lo largo de la historia del Museo como ya se ha comentado la práctica de recolorear tegumentos como patas y picos en aves ha sido constante. Esto conlleva todos los problemas éticos y posibles daños físico-químicos que ya se ha planteado, ya que la mayoría de las veces se ha repintado sobre la policromía original, sin además intercalar películas aislantes entre ésta y los repintes. Esta operación es extensible a mamíferos sin pelo y otras partes de las aves sin plumaje que han sido repintados enteros como los elefantes o los cuellos de buitres. También se han pintado patas y picos de especímenes muy antiguos que nunca habían tenido color en estas zonas.

Un ejemplo se puede ver en las siguientes fotografías donde se ha pintado el pico, incluyendo la cera y las patas de un buitre leonado (Figura 412). Así mismo el elefante de Java del MNCN fue completamente repintado (Fig. 413).



**Figura 416. Buitre leonado restaurado por Taxidermia Garoz. 2010. A) Previo. B) Tras la restauración. Las patas y el pico han sido repintados**

En la restauración cromática de Garoz de 2010 se refiere el uso de pinturas acrílicas para Bellas Artes, que es una buena elección de material de reintegración, dada su estabilidad, reversibilidad y que es un material diferente al original. Pero no se especifica el tipo de acrílico empleado.





**Figura 417. Piel del elefante de Bru repintada en su totalidad**

No se debe eliminar en principio estas reintegraciones, a no ser que se sospeche están dañando al espécimen, ya que cualquier operación de limpieza con disolventes, métodos acuosos o mecánicos podría poner en riesgo la pintura original o dañar las pieles y otros anexos cutáneos. Pero sí se debe aprender sobre estas cuestiones, aplicando los criterios ya señalados, y reflejando claramente por medio de informes y fotografías el tipo de operación realizada, la zona donde se ha hecho y los productos empleados con una descripción precisa. Preferiblemente adjuntando un mapa de daños e intervenciones.

Por otro lado las peanas también han sido frecuentemente repintadas adecuándolas a las necesidades del momento. Esta práctica debería variar o en caso de acometerla aislar el original. Como un ejemplo se cita el caso de varias peanas que fueron repintadas de blanco tapando la firma del taxidermista, en este caso muchas de ellas de Salvador Duchén, sin que haya un registro fotográfico de las mismas antes de dicha operación, imposibilitando en la actualidad el reconocimiento de la autoría de la obra. En estos momentos se pretende como ya se ha comentado por medios científicos como la reflectografía infrarroja, intentar dilucidar si se puede distinguir las firmas y en qué estado se encuentran éstas, y otras inscripciones relativas como medidas de las peanas, sellos, etc.

Respecto a la aplicación de técnicas de recuperación cromática en pelajes y plumajes hay que señalar que desde la dirección del proyecto "*In their true colors*" planteaban como un éxito del mismo que otras instituciones se beneficiaran de la investigación llevada a cabo, adoptando dichos métodos (AMNH, 2013).

Si bien la recuperación cromática de los especímenes naturalizados revertiría de manera positiva en los medios educativos y expositivos al recuperar el esplendor de los especímenes, dioramas y grupos biológicos (AMNH, 2013?) además de su aspecto más biologicista, en la humilde opinión de la autora de esta tesis, actualmente no restauraría el color de los especímenes naturalizados. Como se ha visto es una práctica no del todo reversible y aún queda mucho por investigar acerca de la estabilidad,

reactividad o penetración de los tintes. En todo caso sí recomendaría al MNCN sumarse a las investigaciones en dichos protocolos junto con estos centros porque es una opción muy interesante.

Esta opinión viene también determinada por lo que ya se ha planteado, sobre que los especímenes que en la actualidad no se consideran valiosos, en un futuro con la rápida destrucción de la naturaleza sí pueden serlo, insustituibles. Por ello hay que medir mucho dichas intervenciones que responden más bien a un carácter estético.

Sí es interesante el intento de recuperación cromática con la iluminación, si bien este método no es tan preciso como el anterior y debe aún ser más investigado junto quizás con la recuperación volumétrica virtual. Puesto que estas piezas de todos modos van a ser iluminados durante su exposición, se podría buscar la manera de que a través de filtros se pueda conseguir una ligera recuperación cromática si no se tiene acceso a la tecnología led.



## 16.7 PROTECCIÓN FINAL Y OTROS RECUBRIMIENTOS

¿Es necesaria una protección final tras la restauración? ¿Por qué es necesaria? ¿Qué función cumple?

Respondiendo a estas preguntas habría que recordar que los materiales por sus características propias son susceptibles de sufrir deterioro de diferente naturaleza. Algunos se ven más afectados por la HR, otros por la temperatura, los contaminantes atmosféricos, el polvo, la iluminación o la manipulación, que cambian sus cualidades estéticas y físico-químicas. Desde la antigüedad para proteger materiales valiosos empleados en las obras de arte, teniendo conocimiento de que estos se deterioraban, se aplicaban recubrimientos protectores de diversa naturaleza: barnices de resina, ceras, clara de huevo, aceites, etc. con carácter preventivo.

En otras ocasiones, se busca un efecto estético, para potenciar los colores en la pintura, o matizarlos con barnices mates o para imitar materiales más valiosos, falsear la antigüedad de una obra o para entonar o matizar un conjunto de colores y armonizarla. Además se han empleado patinas o veladuras coloreadas pudiendo ser en muchas ocasiones originales realizadas por el propio autor.

En especímenes naturalizados como se ha visto, se han podido aplicar recubrimientos sobre la policromía, en ocasiones brillantes, para imitar tegumentos húmedos, o en otros casos mates, para evitar el brillo excesivo que no sería realista en otro tipo de circunstancias.

Así mismo, algunas peanas realizadas con maderas de baja calidad han sido patinadas para simular algunas más valiosas.

Pero en muchas ocasiones, componentes susceptibles de sufrir diversos daños no han recibido protección y ha de ser aplicada como una medida de conservación preventiva en especímenes muy expuestos a diversos daños, siempre cumpliendo los protocolos de conservación establecidos actualmente.

¿Qué materiales son susceptibles de ser protegidos en especímenes naturalizados?

- Policromía: por medio de barnices
- Peanas: por medio de barnices
- Plumaje/pelaje y piel: Acondicionadores, adobos y lubricantes.
- Metal visto: Con patinas u otros mecanismos para frenar la corrosión

### Criterios

En cuestión de criterios, el decálogo del Ministerio de Cultura incide en la necesidad de aplicarlos solo en caso de que sea necesario y sin alterar el acabado primitivo, respetando los estilos históricos. Además hace referencia a que se debe seguir las instrucciones (recomendaciones dice) dada por los profesionales especializados (MCU, s.f.)

A continuación se explican los distintos tipos de protección que pueden aplicarse a los objetos naturalizados.

### 16.7.1 Barnices para policromía y otras superficies

---

¿Qué es un barniz?

“Un barniz es una disolución de una resina, natural o sintética, en un disolvente adecuado para su aplicación” (Sánchez, A., 2012, p. 267).

Su función es la de proteger la capa pictórica de las inclemencias medioambientales (contaminantes, humedad, iluminación, ataques biológicos)/abrasiones y/o para cambiar sus propiedades cromáticas (saturación de los colores) y (ópticas (brillo/mate). En la restauración de obras de arte la función del barniz es la de aislar las capas originales frente al deterioro, separarlos de nuevas reintegraciones cromáticas (para diferenciar la policromía original de las nuevas películas cromáticas), o proteger las nuevas reintegraciones (Sánchez, A. 2012).

Los barnices empleados en restauración deben cumplir una serie de funciones:

- Proteger
- Aplicación regulable
- Ser incoloro
- Buena resistencia a la degradación
- Resistente y elástico
- Compatible con los materiales originales
- Tener capacidad de cohesión para permitir cambios dimensionales
- Mantener el grado inicial de transparencia
- No causar cambios en las propiedades ópticas (efectos de blooming como azulados, empañamiento, velos)
- Ser fácilmente reversibles

El método de aplicación puede afectar a las propiedades estéticas del barniz (Sánchez, A., 2012).

TIPOS DE BARNICES (POLICROMÍA)			
NATURALEZA	TIPO		ALGUNOS EJEMPLOS
NATURALES	Cera		
	Clara de huevo		
	Resina terpénica	Diterpénicas	Colofonia, Sandaraca, Copal.
		Triterpénicas	Almáciga, Dammar, Ámbar y goma laca
SINTÉTICOS	Polivinílica		
	Acrílica		Elvacite 2044, Elvacite 2045, Paraloid B-72
	Cetónico o de policiclohexanona		Resina cetóniva N, Laropal K80,
	Alifáticos		Regalrez 1094,
Recopilación de Sánchez A. (curso 2005-2006); Sánchez, A. (2012).			

Cada barniz presenta unas propiedades que dependen de sus componentes constitutivos. El disolvente por ejemplo, varía el comportamiento de la resina (del barniz): Si evapora muy rápido no permite el trabajo adecuado de la capa de barniz y si por el contrario evapora muy lentamente, puede hinchar los estratos subyacentes debido a una penetración excesiva en ellos. Además el disolvente (diluyente), puede atacar a la película pictórica (Sánchez, A., 2012).

Las cualidades idóneas de un barniz dependen de las características de cada tipo de pintura (materiales) y de los fines estéticos buscados. El barniz no debe reaccionar con los componentes de la pintura original ni crear tensiones estructurales. El aporte y las cualidades de esta película deben ser meditados ya que pueden modificarse las intenciones del autor de la naturalización y las propiedades de la capa pictórica (original), debido a que estas sustancias no pueden eliminarse en su totalidad (Sánchez, A., 2012).

Las tendencias en el barnizado han variado con el tiempo, desde el barnizado indiscriminado de las obras, a la ausencia de barniz para no cambiar la intención del artista por ejemplo en obras sin barnizar; o el empleo de barnices mates primando el fin conservador pero respetando las cualidades ópticas (Sánchez, A., 2012).

No solo la cualidad del barniz juega un papel importante en el resultado final, sino también el grosor de la película, tanto de la original como de las nuevas (Sánchez, A., 2012). Se debe recordar que la mayoría de los taxidermistas pioneros no barnizaban o aplicaban una película ligera a menudo de cera.

Algunas preguntas que debemos realizar durante una restauración son:

¿Qué hacer si se encuentran huellas de un barniz original?, ¿Se debería aplicar el mismo tipo de barniz respetando la intención del artista o ha de elegirse otro material primando los criterios de conservación actuales (reversibilidad, estabilidad y compatibilidad), en materia de conservación-restauración.

La respuesta sería que la intención de la restauración no es que la obra recupere su estado primigenio, sino de conservar lo existente.

Si se aplica una película de barniz protector sobre el barniz original, ésta debe respetar y no modificar las cualidades técnicas y matéricas de la capa antigua (Sánchez, A., 2012).

#### Policromía

En referencia a especímenes naturalizados, como ya se ha comentado, la pintura se ha aplicado a tejidos queratinosos, como uñas, crestas o picos en aves o a la piel en aves y mamíferos.

Muchos recubrimientos aplicados en estas zonas durante la restauración de especímenes montados se han visto en el capítulo de reintegración cromática de picos, patas, y otros tegumentos, pero se pueden resumir en resinas sintéticas como Mowilith® disuelto en acetona e IMS a partes iguales (Allington-Jones, 2012), Paraloid B72 para proteger y aislar la película original (Hills, 2008; Ritchie, 2013). En muchas ocasiones no se refiere en la bibliografía el uso de una capa protectora sobre las reintegraciones pictóricas, así que se desconoce si no se han usado o si se ha omitido en la descripción. El único que refiere evitar el uso de barnices es Jack Thiney que como se recordará considera que puede provocar problemas de estabilidad en las reintegraciones cromáticas futuras.

Respecto a policromía sobre piel, la autora de esta tesis no ha encontrado ningún caso relacionado con taxidermia. Se puede hacer una aproximación con los tratamientos aplicados a pieles pintadas de indios americanos, donde generalmente se aplican tratamientos de consolidación cumpliendo una doble función, como se ha visto en capítulos anteriores.

#### Material óseo y dentario

Históricamente los propios taxidermistas para lustrar sus trabajos han aplicado recubrimientos a estas zonas, como aceites, ceras e incluso resinas.

Por ejemplo, Juan Béjar recomienda para tratar cuernas, cumpliendo la triple función de limpiarlas, protegerlas y nutrir las, una mezcla de cera virgen mezclada al 50% en aguarrás, impregnando la cuerna con una brocha grande y frotándola una hora después con un trapo (Bejar, s.f.).

Sin embargo se debe evitar el uso de ceras u otros recubrimientos de protección en materiales como hueso, marfil, cornamentas o dientes, ya que pueden ocultar los detalles de la superficie y al envejecer amarillear u oscurecer. Además son difíciles de eliminar pudiendo dañar el original (MNHS, s.f.).

Como se ha visto en el capítulo dedicado a la consolidación, en ocasiones se aplican diversos consolidantes al material óseo con superficies friables, haciendo innecesaria la adición de revestimientos por las razones ya expuestas.

#### Madera

Para proteger y realizar diferentes acabados en la madera, históricamente se han empleado muchos productos que van desde aceites, resinas, gomas, alquitranes o ceras.

Como se ha indicado, las peanas han sido sustituidas frecuentemente y pocos especímenes conservan la original. No obstante, si fuera necesaria la aplicación de una capa protectora, se deben respetar las cualidades de la superficie que se va a proteger, estando o no barnizada. En muchas ocasiones los barnices empleados para proteger la policromía al óleo en pintura de caballete son empleados para proteger también las peanas. Entre estos barnices se encuentran las resinas naturales como la Dammar o las resinas cetónicas entre otras.

## 16.7.2 Inhibidores de corrosión, películas protectoras para metal y otros medios

### 16.7.2.1 Los inhibidores de corrosión

Los inhibidores de corrosión se usan para reducir la disolución y corrosión que se produce en procesos oxidativos sobre los metales. Pueden actuar sobre el proceso de oxidación (inhibidores anódicos)<sup>890</sup> o sobre la reacción de reducción (inhibidores catódicos)<sup>891</sup> (Jubert, Visintin, García, Soria, Rodríguez, Vericat, et al., s.f.).

Son soluciones temporales que ralentizan el proceso corrosivo, y su eficacia depende del producto utilizado y del control medioambiental (Díaz y García, E., s.f.) entre otros.

Actualmente los inhibidores de corrosión de base acuosa<sup>892</sup> son empleados abundantemente, ya que modifican la superficie del metal ralentizando la corrosión sin cambiar el aspecto ni el color<sup>893</sup>. Además son reversibles, no se necesita mucha cantidad de producto (no recomendado más de un 3%) y en condiciones adecuadas son durables (Díaz y García, E., s.f.).

La elección de un inhibidor está condicionada por el tipo de metal o aleación y debe cumplir los siguientes requisitos: Una aplicación sencilla, mínima interacción con el aspecto de la pieza, estabilidad, reversibilidad y baja toxicidad.

Existen varios tipos de inhibidores de corrosión. Los más utilizados son aquellos que se combinan con el metal para crear una superficie no reactiva. Presentan el inconveniente que son muy sensibles a la acción medioambiental, no soportando temperaturas superiores a 60-80° C y siendo muy sensibles al ion cloro que provoca corrosiones muy agresivas (Díaz y García, E., s.f.).

Los más probados son el Benzotriazol (BTA) y el Aminomercaptotiadiazol (AMT)<sup>894</sup>, y actúan sinérgicamente con la superficie del metal. El Benzotriazol (BTA) es muy efectivo para el cobre y todas sus aleaciones, el hierro y otros metales exceptuando la plata. El Aminomercaptotiadiazol (AMT) actúa como inhibidor y declorurizador, pero deja restos amarillentos que pueden ser eliminados mecánicamente (Díaz y García, E., s.f.).

Éstos se pueden combinar (sólo se deben emplear mezclas de dos inhibidores diferentes no más) (Díaz y García, E., s.f.).

Para reducir la acción del vapor de agua y del oxígeno sobre los metales corroídos, especialmente el hierro que no suele formar capas estables de corrosión, como ocurre en otro tipo de metales, se

<sup>890</sup> Puede formar películas con los cationes metálicos, promover la estabilización de óxidos pasivos o/y reaccionar con las sustancias potencialmente agresivas.

<sup>891</sup> a) Son menos eficaces pero seguros. Si se usan en dosis escasas no incrementan los riesgos de corrosión. Se utilizan polifosfatos, fosfanatos, Zn. Son más estables, forman una película polarizante que dificulta la reacción de reducción del oxígeno. También se utilizan compuestos orgánicos con grupos polares que tienen átomos de oxígeno, azufre, nitrógeno, con pares disponibles para formar enlaces con el metal.

<sup>892</sup> Suelen ir disueltos en una mezcla hidroalcohólica o en etanol.

<sup>893</sup> Básicamente las acciones que realizan los inhibidores son frenar el flujo del electrón entre las áreas anódicas y catódicas en la superficie del metal, formar una prevención física, hidrofóbica de la capa agua y humedad que entra en contacto directamente con el metal y la formación de electrólito, regular el valor de pH del electrólito (Díaz y García, E., s.f.).

<sup>894</sup> Están compuestos por etanolaminas derivadas de azoles modificados.



pueden aplicar capas de cera o lacas) tratamientos que funcionan como un barniz al formarse una película protectora (Jubert et al., s.f.).

Dentro de estos productos los hay inorgánicos (cerámicos y vidrio) y orgánicos (lacas, barnices, cera (CCI, 2007), pinturas y materiales poliméricos (Jubert et al., s.f.).

Dentro de los barnices más conocidos para proteger metales se encuentran la laca Zapón<sup>895</sup>. Pero estos recubrimientos no son efectivos si en el hierro existen iones cloruro. Además, si la capa de hierro es porosa y comienza a corroerse, eliminar estos recubrimientos es muy complicado (CCI, 2007b).

Otra solución es aplicar ácido tánico sobre el hierro. El ácido tánico se aplica sobre el hierro levemente corroído o activamente corroído formando una sal estable de tanato férrico de color negro- azulado que funciona como una pátina protectora a corto plazo. Esta pátina no puede ser pintada ni barnizada. Este producto no elimina las sales solubles presentes en el metal. Se debe tener cuidado durante la aplicación de que el ácido tánico no toque otros materiales, ya que puede manchar irreversiblemente la madera, el marfil, el papel o la piel entre otros. Se ha de tener mucho cuidado con el uso del ácido tánico ya que es muy tóxico por inhalación del polvo. Al ser una película que no tiene una función permanente, se deben controlar las condiciones de HR, en un rango estable de 50% aprox.. (CCI, 2007)

Las aleaciones que presentan algunos metales están formuladas como un método de protección en sí mismo. De esta manera, por ejemplo, en el hierro galvanizado que está compuesto de hierro y zinc, el zinc actúa como ánodo de sacrificio y protege el hierro (Jubert et al., s.f.).

La protección catódica consiste en aplicar electrones a la estructura que se va a proteger. Los electrones pueden provenir de una fuente de corriente continua o de un ánodo de sacrificio, que será un metal más susceptible a la corrosión que el metal a proteger, como por ejemplo el Mg en el caso del acero (Jubert et al., s.f.).

#### **16.7.2.2 Películas protectoras para metal**

Se trata de una serie de productos de diferente naturaleza que se aplican sobre la superficie metálica aislando las piezas del medio. Estas películas deben ser estables e inertes. También deben ser permanentes, reversibles y que no varíen el aspecto de la superficie (Díaz y García, E., s.f.).

A diferencia que los consolidantes de materiales porosos, los protectores metálicos deben obturar el poro y las grietas para garantizar el aislamiento (Díaz y García, E., s.f.).

Históricamente, se han empleado películas orgánicas como ceras y aceites para proteger las superficies metálicas, pero actualmente se desaconsejan empleándose más las resinas sintéticas (Díaz y García, E., s.f.).

Existen una gran variedad de recubrimientos, entre los que están las resinas sintéticas como el Paraloid y el Inralac, las ceras microcristalinas o el Ormocer (Díaz y García, E., s.f.).

---

<sup>895</sup> Es un barniz nitrocelulósico en acetato de amilo, pudiendo clarificarse con alcohol amílico. También llamada por su característico olor "barniz de plátano". Es incolora y transparente pero con el envejecimiento tiende a oscurecerse. (GE-IIC, s.f.)

El Paraloid B72® es el más utilizado, aunque recientes estudios han demostrado que es más apropiado el Paraloid B44® para conservación de metal. Aunque es una resina muy estable, se degrada con rapidez cuando se expone a la radiación UV. El Incralac se formuló para minimizar este problema, constituido por una resina similar a la que se le añadió Benzotriazol (BTA) que actúa como filtro UV haciéndolo más estable (Díaz y García, E., s.f.).

Se desaconsejan las ceras microcristalinas empleadas directamente sobre el metal, porque si bien aíslan el metal por sus propiedades hidrófugas, se vuelven irreversibles, se oscurecen y son poco estables frente a los factores medioambientales. Por ello, su uso se restringe a piezas previamente protegidas por otro tipo de resinas para matizar el brillo de éstas y para piezas que estén bajo condiciones medioambientales estables, por ejemplo dentro de un Museo (Díaz y García, E., s.f.).

El Ormocer®,<sup>896</sup> empleado para proteger metales en el exterior, posee características de dureza, elasticidad, porosidad y ligeramente repelente de la humedad. Presenta una buena adhesión en distintas superficies metálicas, es de fácil aplicación, aguanta temperaturas de hasta 200°C, es económico, posee baja toxicidad y se puede pintar (Díaz y García, E., s.f.).

Como inconveniente es que es poco reversible, presenta un aspecto final muy brillante y amarillea con el envejecimiento (debido a la acción de la radiación UV), volviéndose más frágil (Díaz y García, E., s.f.).

### 16.7.2.3 Técnicas electroquímicas

Las técnicas electroquímicas empleadas para la limpieza y tratamiento de metales corroídos sirven también como un tratamiento de protección. Los tratamientos de reducción electroquímica con un potenciómetro permiten controlar la cantidad de energía aplicada. Son conocidas como reducciones potencioestáticas y han sido utilizadas en objetos de plomo, plata o plata dorada ((Barrio et al., 2005 y Schotte, y Adriaens, 2006; Degriigny et al., 1996 y Bernard et al., 2005, citado por Cano et al., 2013), creando tras la limpieza una capa pasiva protectora (Degriigny et al., 1996 y Barrio et al., 2005, citado por Cano et al., 2013). Éstos se han aplicado de manera localizada pero sin un control de las condiciones de aplicación ni un estudio de las consecuencias del tratamiento (Cano et al., 2013).

---

<sup>896</sup> Se trata de una partícula compuesta por una resina polimérica, aceite de silicona y partículas submicrónicas de sílice (producidas con el procedimiento de sol-gel) que aseguran su transparencia. Esta resina, compuesta de tres elementos químicos diferentes, es una combinación tridimensional con interfases diferentes y propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individualizada. La mezcla de resina polimerizable, aceite de silicona y partículas submicrónicas o de nanorrelleno inorgánico, se adhiere fuertemente con el sustrato metálico, sobre todo tras evaporarse la parte de los solventes, endureciéndose en superficie.

### 16.7.3 Sustitutos del “Preen oil”

En ocasiones, las limpiezas muy agresivas han podido eliminar o dañar el aceite que permanece en el plumaje de las aves naturalizadas y, aunque no está muy clara su función, parece ser como ya se ha indicado, que este recubrimiento protege de los ataques de insectos, el desgaste y otro tipo de daños.

Por ello, a veces hemos de plantearnos si se hace necesario aplicar una capa protectora que cumpla una función similar a la que tenía el aceite.

En esta investigación no se ha encontrado ninguna referencia a este respecto sobre películas protectoras y una cuestión que nos planteábamos es si también esta capa podría actuar como un protector frente a la Radiación UV, al igual que lo hacen algunas cremas corporales en el ser humano. Esto parece que aún no se ha estudiado.

A este respecto, en esta tesis se quiso probar cómo podía actuar un acondicionador empleado en el plumaje de aves vivas.

Los acondicionadores para el plumaje son lociones o aerosoles empleados para acondicionar las plumas y mantener su aspecto fresco y limpio. Sirven además como un sustituto del aceite de acicalamiento (preen oil) para administrar en aquellas aves que han perdido su capacidad de producir estos aceites o la han reducido (Petsclan, s.f.).

Los veterinarios no recomiendan el uso de acondicionadores sintéticos en animales vivos, ya que éstos no garantizan que las aves luzcan mejor y además pueden intoxicarse al ingerir el producto mientras se frotan con el pico para acicalarse y limpiarse (Petsclan, s.f.).

Se consultó a expertos veterinarios sobre el asunto e indicaron que ni siquiera en caso de vertidos de crudo donde los animales se ven severamente dañados por el mismo y hay que lavarlos intensamente con jabones, se aplican tratamientos con acondicionadores. Además señalaban que el aspecto y la impermeabilidad de la pluma se debe al acicalamiento del ave y no al aceite (Ardiaca y anónimo, com. personal, 2014).

No existen muchos acondicionadores en el mercado; tan solo se encontró uno del que pudiera obtenerse cierta información en la etiqueta sobre la composición y además hubo de ser importado de Inglaterra, porque en España no se comercializa.

El producto tiene el nombre de “*Johnsons Super Plume Spray*,” comercializado por la casa Johnson's y el anuncio del producto señala:

Los pollos se merecen un poco de mimo a veces, y este spray hace la carambola. Rocíe ligeramente para mejorar el brillo natural y para mantener el plumaje en buenas condiciones. Además de proporcionar brillo, el aceite del árbol del té y otros ingredientes naturales ayudan a limpiar y calmar irritaciones y exhorta a acicalarse. Utilice regularmente para unas aves hermosas!<sup>897</sup>.

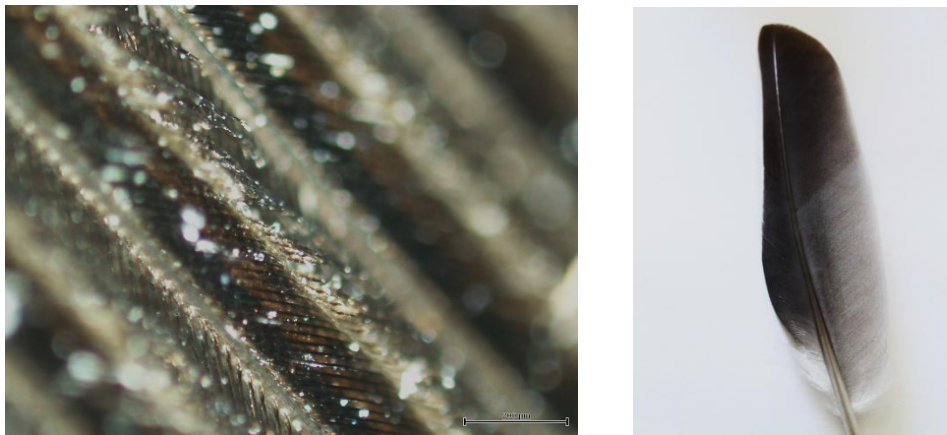
Consultando las propiedades del aceite del árbol de té parece ser que se usa contra los piojos, los hongos, inflamaciones y para curar heridas aunque no se ha encontrado más información.

<sup>897</sup> Traducción de la autora de esta tesis

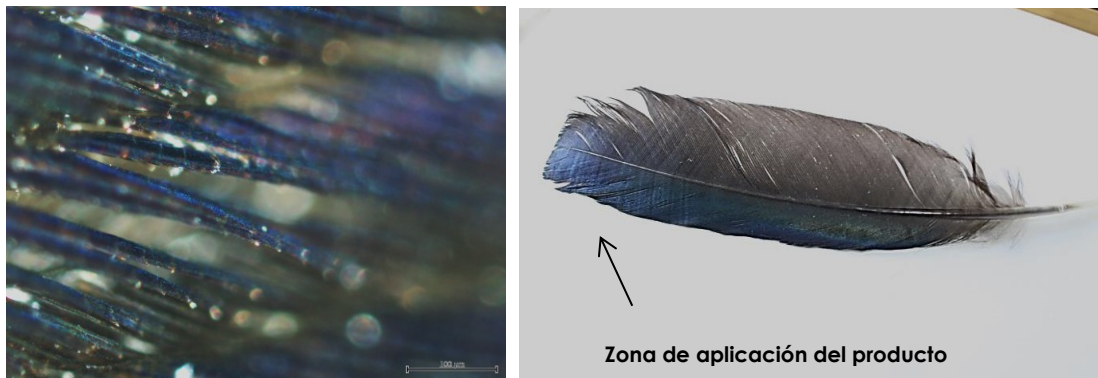
No se ha dispuesto de medios para realizar un estudio del producto, tan solo se pudieron realizar pruebas sobre plumas de distinto color para comprobar si cambiaba su aspecto.

Se aplicó sobre plumas de paloma de color pardo y sobre plumas de hurraca de color azul metalizado para ver si la incorporación del producto podía dañar el color estructural.

Las plumas se limpiaron pasando un algodón empapado en etanol pudiendo constatar que éste disolvente limpiaba bien la superficie pero que agrupaba las barbas. Estas no se peinaron y se aplicó el producto sobre ellas. No parece que afecte a las cualidades cromáticas, aunque habría que estudiarlo mediante pruebas de colorimetría. Además, sería necesario realizar estudios de envejecimiento por si daña las plumas y para determinar si realmente el producto actúa como una barrera de protección.



**Figura 418.** Aplicación de “*Johnsons Super Plume Spray*” a una pluma de paloma A) aspecto de la pluma bajo microscopio. B) Aspecto de la pluma con la aplicación del producto. La zona limpia se ve más viva de color



**Figura 419.** Aplicación de “*Johnsons Super Plume Spray*” a una pluma de urraca. A) aspecto de la pluma bajo microscopio. La agrupación de las barbas se debe a la limpieza con alcohol. Es importante peinar las barbas antes de aplicar cualquier producto o tras una limpieza con disolvente .B) Aspecto de la pluma con la aplicación del producto.

#### 16.7.4 Otras capas de protección para plumaje

---

Jocelyn Hudon ha realizado un estudio sobre el efecto de la luz sobre el pelaje de marta, visón y nutria teniendo en cuenta datos sobre los niveles de decoloración de las pieles que se sabe son sensibles a la luz. Comparó la decoloración en las especies de diferentes colores y tipo de estructuras de pelaje y evaluó los efectos correctores de un antioxidante (hidroxitolueno butilado) en la decoloración (Hudon, 2005). En el experimento llevado a cabo, trataban de averiguar cómo impedir que los radicales libres dañaran el color de las pieles y las plumas y si la aplicación del antioxidante hidroxitolueno butilado 1%<sup>898</sup> podía frenar o retrasar la oxidación de los pigmentos, al igual que lo hace la melanina, actuando en ocasiones como trampas para los radicales libres (Geremia et al., 1984, citado por Hudon, 2005). Pero la adición del antioxidante no afectó a la intensidad del cambio de coloración, por ejemplo, en la piel de nutria<sup>899</sup> (Hudon, 2005).

En la restauración realizada por los hermanos Garoz en 2010 se hace referencia en todos los ejemplares de aves intervenidas a que se abrigantó todo el espécimen pero no especifica el producto empleado. En la relación de materiales utilizados aparece un limpiador y abrigantador de superficies vinílicas y plásticas,<sup>900</sup> pero se desconoce si este abrigantador se aplicaba al plumaje. En algunas aves que presentan un plumaje azul o verde metalizado la iridiscencia se ha modificado, volviéndose oscuras; se desconoce si es fruto de la limpieza de los especímenes o si se le aplicó algún otro producto en superficie, dañando el color estructural (se desconoce si de manera temporal o permanente).

---

<sup>898</sup> Se desconoce el diluyente

<sup>899</sup> En los estudios de Hudon se testó la tasa de decoloración que sufrían distintas especies de mamíferos con disitntos ciclos de exposición a la radiación UV.

<sup>900</sup> Información facilitada por Josefina Barreiro



**Figura 420. Aspecto de un Anade Real “*Anas clypeata*” del MNCN tras la restauración por Taxidermia Garoz en 2010. Superior: antes de la intervención. Inferior: Después de la intervención, donde se puede percibir la pérdida de las iridiscencias tras la restauración.**

Otros especímenes restaurados durante esta intervención, en cambio, no presentan cambios cromáticos destacados.

Ya se ha comentado lo delicados que son los colores estructurales al daño mecánico y debe valorarse de manera exhaustiva, para este tipo de colores, el método de aplicación de los distintos productos.

Maria Hita Bohajar desarrolló también un producto para aplicar en superficies queratinosas, como plumas, con una doble acción de limpieza y recubrimiento protector. Este lo aplicó a un gallo naturalizado y, tras varios años, a simple vista, la zona donde tratada se conserva en buenas



condiciones. Este producto aún está por testar: condiciones de envejecimiento, daño en la estructura queratinosa, comportamiento estructural, etc. y encontrar la mejor forma de aplicación para no bañar en exceso la superficie y no dañar los colores especialmente los estructurales.



**Figura 421. Maria Hita Bohajar aplicando el producto mencionado sobre la cresta policromada de un gallo**

#### 16.7.5 Adobos y lubricantes para pieles y cueros

---

Como se ha indicado, durante el curtido de las pieles se añade grasa al baño para evitar que las fibras se peguen entre sí. Parece ser que estos materiales añadidos se van perdiendo con el envejecimiento, volviendo las pieles firmes, duras y quebradizas (Thomson, 2006). Además las distintas operaciones de limpieza eliminan también estas grasas y sales rompiendo el equilibrio de la piel. Debe recordarse que en pieles que solo han sido piqueladas solo se añaden sales al baño y no grasas.

Además, son escasos los animales que no tienen pelo o muy poco, como son los elefantes, rinocerontes, algunos mamíferos marinos o los hipopótamos y no se debe aplicar en estos productos sobre el pelo, ya que éste y la piel tienen una naturaleza diferente, con lo que el pelo podría resultar dañado.

Por estas razones, la práctica de re-nutrir el cuero para restaurar sus propiedades iniciales creció en los años 70 (Waterer, 1972, citado por Thomson, 2006).

La aplicación de apósitos con aceites, ceras o emulsiones de aceite era una costumbre para intentar que los cueros se volvieran más suaves y flexibles (CCI, 1992).

En el mercado se suministra un gran número de productos para adobar la piel como el *Brithish Museum*®, a base de aceite de pata de buey y lanolina entre otros componentes, pero se ha demostrado que añadir recubrimientos sobre el cuero generalmente no es eficaz (McCrady y Raphael, 1987, citado por CCI, 1992), a menos que se sepa a través de estudios analíticos que el nivel de aceite en la piel es bajo, ya que sino la aplicación de aceites con un vendaje puede provocar rigidez al propiciar una mayor deshidratación de la piel (Stambolov et al., 1984, citado por CCI, 1992).

Además, los distintos productos comerciales están diseñados para ser aplicados a un tipo de curtidos y no para otros. Por ejemplo, en la restauración de una piel de bisonte policromada perteneciente a la Casa-Museo de Sagamore-Hill, EEUU, tuvieron que retirar levemente el producto aplicado en 1972 ya que este tipo de producto está diseñado para cueros con u curtido vegetal y daña las pieles semicurtidas cambiando el color y catalizando reacciones de envejecimiento (Ceballos, L., 1996).

Otros problemas asociados con la aplicación de estos productos es el oscurecimiento de la piel, manchar los materiales adyacentes y la atracción de polvo e insectos (CCI, 1992).

Los jabones de silla de montar<sup>901</sup> "*Saddle soap*" con un efecto limpiador y acondicionador son muy alcalinos (pH entre 9 y 10) y provocan la degradación de la piel (para el cuero un pH entre 4-6 es el más recomendable); además, puede reaccionar con los aceites de la piel y dejar un depósito de suciedad blanquecina sobre la superficie (CCI, 1992). Así mismo, se pueden crear una especie de eflorescencias y con el tiempo se endurece la piel. Pueden provocar también la disminución de la temperatura de contracción de la piel, oscurecimiento, empujar la suciedad dentro de la piel y pequeños agrietamientos (Kite et al., 2006).

---

<sup>901</sup> Contiene jabones, emulsionados principalmente con aceites de pata de buey, bacalao y aceite de esperma (Kite et al., 2006).

Están destinados para cueros ecuestres modernos y se emplean en forma de espuma, teniendo que ser enjuagados a fondo produciendo la consiguiente humectación excesiva de la piel (Kite et al., 2006).

La cera **Renaissance**<sup>902</sup> es una cera cristalina desarrollada por el *Brithish Museum* en los años 50 (GE-ILC; s.f. a). Se ha empleado para limpiar y sellar cuero, madera marfil y metal (Kite, Thomson y Angus, 2006). Reduce el brillo de algunos barnices. Presenta el inconveniente de atraer el polvo y que forma en ocasiones depósitos blanquecinos, reversibles tan solo con xileno caliente (GE-ILC; s.f. a).

**El National Trust Furniture Polish**<sup>®</sup> (natural colour) es un recubrimiento superficial a base de cera (Kite et al., 2006).

En cueros (esto no se recomienda para taxidermia) en muchos casos la superficie del cuero se ha pulido con un pulimento de cera para muebles y un trapo. También se ha empleado cera microcristalina para proporcionar cierto brillo (lustre), pero aplicada en exceso puede permanecer pegajosa y dejar residuos en las grietas que afortunadamente se pueden eliminar con aguarrás o alcohol mineral (Kite et al. 2006).

**El producto SC6000**<sup>903</sup> utilizado como un revestimiento tiene la capacidad de consolidar la superficie. Cuando seca crea una superficie brillante y dura (Kite, Thomson, Angus, 2006, p. 129). La mezcla de SC6000, Klucel G y alcohol isopropílico ha sido ampliamente usado para consolidar superficies con pudrición roja, penetrando algo en la estructura produciendo una apariencia semi-mate de aspecto natural (Kite et al., 2006).

Se emplean para el tratamientos de cuero, libros y encuadernaciones nuevas o en buen estado (Haines, 2001, citado por The leather conservation centre). También se ha observado que la adición de una cantidad excesiva de grasa puede desencadenar un daño mayor (Thomson, 2006) y por eso muchos especialistas e instituciones ya no los recomiendan (CCI, 1992).

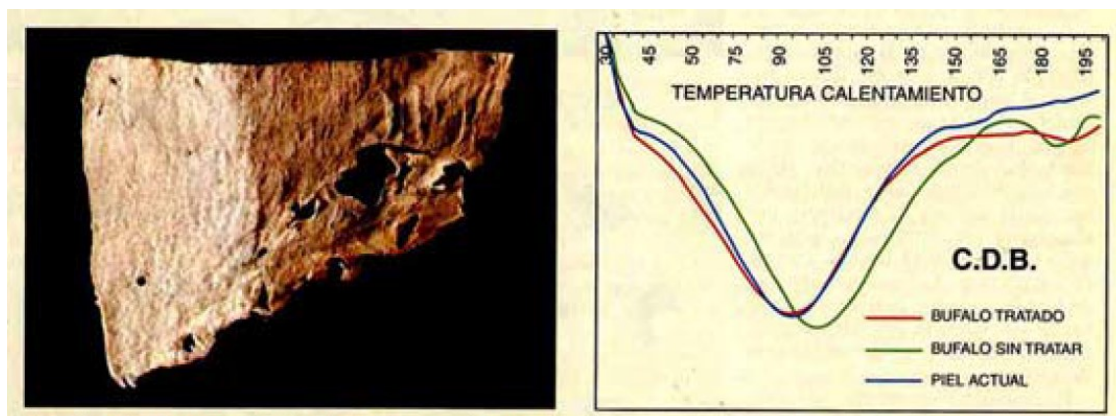
Por ello, se han desarrollado métodos para determinar la cantidad de materiales grasos aún presentes en el cuero y poder calcular la cantidad de aceite o grasa necesaria para lograr un contenido graso final deseado (Thomson, 2006). Estas pruebas se han explicado a grandes rasgos en el capítulo dedicado a análisis y son aplicables a las colecciones de historia natural.

En los años 80, María Hita Bohajar y Emilio Mezcuca Santamaría diseñaron un protocolo para la limpieza y rehidratación/nutrición de pieles al que denominaron "**Método Curator**<sup>®</sup>". En los estudios realizados sobre una piel de búfalo y otra de vacuno se comprobó que las pieles no solo se limpiaban, sino que se restituían sus propiedades. El tratamiento consistía en un preparado a base de colágeno, elastina y otros componentes afines a la piel (Hita y Mezcuca, 2001). El método ha dado buen resultado en diferente tipo de pieles: de pergamino, pieles pseudocurtidas, cueros, guadamecés, etc.

---

<sup>902</sup> Desarrollada en un principio con otra formulación. Es una mezcla de cera Cosmolloid 80H (100g), Wax A (cera polietilénica) 25g y White spirit con una proporción aprox. de un 80%

<sup>903</sup> Es una crema que contiene cera, resina acrílica y alcohol isopropílico acuoso



**Figura 422. A) Piel de Búfalo tratada con el método Curator (izq. parte tratada, derecha, parte sin tratar) B) Calorimetría diferencial de barrido (CDB)**

Trinidad Ginés, restauradora del Museo de la Peú, hoy jubilada, por su parte, empleaba un recubrimiento de la casa Starwax<sup>®904</sup>, "Crema Nutritiva," para tratar cuero arqueológico, guadamecés, etc. Este mismo producto lo emplean en la Universidad de Barcelona para tratar piel. En ambos casos el producto ha proporcionado resultados satisfactorios. Esta misma restauradora también empleaba un producto de la Casa Nuevo Mor, "Crema esencial" que limpiaba y nutría la piel.

La aplicación de adobos, como se ha indicado, a menudo pueden causar daños, por ello no se deben aplicar como tratamientos rutinarios y en muchas ocasiones se deben evitar (Kite et al., 2006).

Tradicionalmente los adobos (*dressings* de acuerdo a la terminología anglosajona) se han aplicado para intentar frenar el deterioro, mejorar el aspecto y proporcionar algo de fuerza y flexibilidad (Kite et al., 2006) a las pieles y cueros durante tratamientos de conservación.

Los efectos a largo plazo de un exceso de grasa es que se puede alentar el biodeterioro, escupir grasas, oxidar y endurecer el cuero, decolorar, manchar, dejar una superficie pegajosa, que el material tratado absorba partículas y suciedad, suavizar los acabados y decoración originales, atraer el polvo e impedir tratamientos futuros.

Los disolventes presentes en gran número de adobos, pueden afectar a los acabados superficiales, humedecer, hinchar y deformar el cuero o disolver componentes originales (Kite et al., 2006).

En el Museo de Bonn el tratamiento de las piezas dermoplásticas con parafina aplicado por el Sr. Mielke (1952), había dado buenos resultados y muchos años después mostraban pocos daños (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

En la restauración del rinoceronte de Java del Museo Terenbulgeun? tras la restauración (reparaciones y reintegración cromática) de los cascos, éstos se recubrieron con una capa de aceite de vaselina (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

La piel se recubrió (también las reintegraciones volumétricas) con parafina (con un punto de Tg entre 56 y 58° C). El punto bajo de Tg aseguraba que no se dañaba la piel durante la aplicación, que se

<sup>904</sup> Contiene lanolina y aceite tipo pata de buey.

hacía en caliente para asegurar la penetración en la piel (licuada a 65 °C y aplicada con un cepillo de manera uniforme, empleando pistola de calor en algunas zonas para asegurar la penetración. La parafina penetró de 2 a 3 mm en la piel y se quitó el sobrante superficial de la piel y el cabello (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

El encerado presenta la ventaja de que flexibiliza la piel y que forma una capa protectora importante en caso de que esté expuesta en una zona sin climatización (Geller-Grimm y Zenker, 1999).

#### **16.7.6 Otros recubrimientos**

---

En 1988 el ICC realizó unos ensayos con Paralene para consolidar distintos materiales de ciencias naturales y que fueran más fácil de manejar y más limpios. Este recubrimiento no era exitoso en piel y plumas pero si consolidaba el hueso friable, fortalecía los huevos de las aves y mejoraba la manipulación de algunas pieles de reptiles (Hendry, 1999).

Este proceso es irreversible siendo inadecuado para este tipo de colecciones (Hendry, 1999).

#### **16.7.7 Respecto al Museo**

---

En conclusión, de momento no se recomienda aplicar capas de protección a los especímenes del Museo de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), ya que sus efectos aún no han sido estudiados de manera exhaustiva, exceptuando la policromía (aunque no hay apenas estudios sobre material proteico) o las capas de corrosión activas pero, cómo ya se ha indicado, sopesando muy bien los pros y los contras y habiendo estudiado bien la pieza.

Además, deben realizarse estudios del contenido de grasa de cada espécimen y el tipo de preparación que ha tenido la piel y aplicar los productos adecuados y en la cantidad justa, teniendo en cuenta así mismo cuales van a ser las condiciones medioambientales a las que van a estar expuestos, que influirán en la elección del producto.

Pero, aunque desde esta tesis en la actualidad no se recomiende el uso de capas protectoras, es algo que debe tenerse en cuenta en un futuro, porque puede beneficiar a las piezas, ya que muchas han sido limpiadas con frecuencia en la historia del Museo, perdiendo seguramente su nutrición y contenido en grasa originario, además de haber variado posiblemente su temperatura de contracción. Estos tratamientos mal aplicados pueden producir más deterioros que beneficios, como oxidación de las pieles o por ejemplo la destrucción del color estructural en aves, al modificar la morfología de barbas y bárbulas en las plumas como ya se ha indicado.

Un ejemplo hemos podido verlo en el espécimen Foto 1325 A y B restauración Garoz.

Respecto al barnizado de la policromía, se debe determinar cuál fue la intención del autor comparándola con otras piezas que se sepa no han sido intervenidas nunca y determinar el grado de brillo que presentan, aunque sea *grosso modo*, ya que al envejecer éstas han podido perder sus cualidades primigenias. Ya se ha indicado además que muchos autores no barnizaban la policromía, ya que deseaban un acabado mate. No obstante la autora de esta tesis recomendaría en la mayoría de ocasiones barnizar estas zonas<sup>905</sup>, en mate y con barnices muy reversibles, ya que estas piezas están expuestas a muchos movimientos y algunas a cambios ambientales y constituye una medida preventiva para futuros y más que probables daños. Además, se protege la policromía frente a los contaminantes de la ciudad y frente a los procesos de fotooxidación que afectan a los pigmentos y a los aglutinantes.

---

<sup>905</sup> Haciendo un estudio previo de la policromía y recubrimientos existentes.



## 16.8 PROTOCOLOS A SEGUIR TRAS LA INTERVENCIÓN

Después de una intervención de conservación y restauración de una pieza se han de seguir unos protocolos de actuación para asegurar la correcta supervivencia del espécimen. De este modo, se determinará la idoneidad de las operaciones realizadas y productos empleados. Entre otras cosas, podrá confirmarse si las condiciones medioambientales de conservación son adecuadas y si se siguen produciendo deterioros en la pieza, así como el factor que los desencadena.

Para ello, podemos guiarnos por las recomendaciones del Decálogo de restauración y criterios de intervención en bienes muebles del Ministerio de Cultura (MCU, 2007):

En el punto 8 señala:

Finalizada la intervención se reunirá toda la documentación generada en el correspondiente informe. Se detallarán los criterios y metodología de trabajo adoptados, así como los productos empleados, localizándose las zonas donde éstos se han empleado e indicándose proporciones aplicadas y nombre científico de los mismos.

En el 9:

La obra tratada será reintegrada a su ubicación original siempre que ésta reúna las condiciones adecuadas; no obstante, se evitará esto en el caso de que la restauración haya sido motivada por el mal estado ambiental del lugar en que se encontraba, salvo que previa, o paralelamente, otra intervención haya subsanado dichos problemas y se pueda garantizar la conservación de dicha obra.

Y en el punto 10:

La conservación del Bien Cultural no acaba con la intervención. Es fundamental programar rutinas de control y seguimiento de las obras restauradas, así como planes de mantenimiento que aseguren su óptima conservación. Para evitar en lo posible los factores de riesgo será necesario dotar a quienes tienen la responsabilidad de velar por la obra, de las nociones fundamentales de conservación preventiva y comprometerlos en su control y mantenimiento.

A este respecto, se puede añadir que en el informe de intervención se deben reseñar y hacer recomendaciones, entre otras cosas, sobre las condiciones medioambientales en las que el espécimen o la colección deben ser expuestos, almacenados y manipulados, descritos estos puntos en el apartado dedicado a la conservación preventiva.

Con referencia al punto 10 que refiere el Ministerio de Cultura, se debe realizar un seguimiento de la obra restaurada, fotografiando las piezas al menos con cada cambio de estación para poder comparar el estado de conservación actual con el referido en los informes de la restauración, teniendo en cuenta las imágenes previas al proceso de restauración y finalizado el mismo. De esta manera será más fácil determinar las fuentes de deterioro y la relación con los daños que se producen en la pieza.

No solamente son importantes los éxitos en conservación y restauración del Patrimonio Cultural, sino también conocer los procesos fallidos y sus causas, para evitar que se repitan. Por ello, en algunas publicaciones se incluyen los intentos de aplicación de nuevos protocolos y materiales tras experiencias fallidas de ciertos tratamientos en condiciones determinadas, como la falta de control ambiental.

Baste recordar, por ejemplo, la restauración del rinoceronte de Sumatra del Museo Wiesbaden (Alemania). Tras el tratamiento comprobaron que se volvía a producir el mismo daño (la costura abdominal se había vuelto a abrir al reducirse de tamaño la piel), ya que el lugar donde se reinstaló, que por otra parte era su ubicación de origen (un sótano), no estaba climatizado. Dada esta experiencia, se decidió no añadir Planatol BB<sup>906</sup> a la masilla de relleno para que esta fuera más blanda y con una nueva contracción el punto de ruptura fuera la masilla y no la piel (Grimm y Zenker, 1999).

Por otro lado, una manera de poder avanzar en los protocolos de actuación en conservación-restauración de las colecciones de especímenes montados es la difusión de las investigaciones y los tratamientos aplicados. Compartir conocimientos y experiencias puede mostrar si los tratamientos que se están aplicando son acertados o no, y pueden ser útiles para otros profesionales con problemáticas similares.

Es muy importante documentar y/o publicar cualquier intervención que se realice de conservación/restauración de ejemplares en los Museos de Ciencias con el fin de aprender de los triunfos y errores que se cometan y con ánimo de servir de guía para otras instituciones que posean colecciones de especímenes naturalizados. Además, como ya se ha indicado, las colecciones etnográficas también se nutren de estas investigaciones y a la inversa, ya que están constituidas por materiales similares,

Respecto al MNCN existen, como ya se ha referido, informes de restauración pero escasos. Esta cuestión dificulta la realización de un seguimiento riguroso de las piezas tras una intervención.

Después del tratamiento de restauración realizado por Taxidermia Garoz en el año 2010, en el informe de restauración, se adjuntaban algunas recomendaciones:

- Retirar los especímenes de las dependencias de Arganda al no reunir estas instalaciones las condiciones adecuadas para su conservación.
- Exponer los especímenes al público ubicándolos en salas aclimatadas y protegidos por vitrinas.
- Hacer un seguimiento de dichos especímenes (Garoz, 2010, p. 1).

De igual manera, las publicaciones sobre conservación-restauración de ejemplares de esta naturaleza son escasas, aunque esta tendencia está cambiando poco a poco. Josefina Barreiro recomendaba en una publicación la necesidad de publicar para divulgar (Barreiro, 2003).

---

<sup>906</sup> Adhesivo en dispersión compuesto por acetato de polivinilo (PVAc) y etilvinilacetato (EVA).



## 17 PRINCIPIOS Y NORMATIVAS (ÉTICA Y LEGISLACIÓN) APLICABLES A LAS COLECCIONES DE HISTORIA NATURAL.

### 17.1 INTRODUCCIÓN

Aunque no es un tema central, se considera importante dedicar en esta tesis un pequeño apartado a distintas consideraciones sobre la legislación y la ética ya que, como se ha dicho a lo largo del trabajo, un espécimen naturalizado engloba muchas vertientes dado que es un artefacto y a la vez un espécimen, debiendo estar sujeto a las políticas, regulaciones y restricciones que rigen a ambos.

En ocasiones no se han establecido leyes de protección destinadas únicamente a especímenes naturalizados (por ejemplo en cuestiones relacionadas con la conservación y la restauración, toxicidad...), por lo que se debe recurrir a la semejanza (aspectos comunes a otros bienes culturales y naturales) para trasladar dichas normativas.

Por ello en muchas ocasiones ha de recurrirse a principios éticos que conciencien a diversas comunidades sobre el respeto y buen uso de estas colecciones.

Algunos aspectos involucrados en la problemática legal y ética de la conservación y restauración de los especímenes naturalizados son:

- Evolución régimen jurídico taxidermia: en relación con la noción de especie animal protegida, funciones y status profesional del taxidermista
- Obligaciones sanitarias del profesional y de la institución museística (gestión de residuos, condiciones sanitarias de los intercambios intracomunitarios de productos origen animal, regulación y protección contra productos tóxicos empleados en las naturalizaciones)
- Protección del Medio Ambiente
- Constitución de colecciones
- Investigación, exposición (presentación del espécimen, escenografías (dioramas, etc.)
- Convenios internacionales para la protección de la flora y la fauna (CITES/ Convención de Berna/Directiva Aves/ Directiva Habitats).
- Principios de la conservación y la restauración de especímenes naturalizados.

Pero no es el objetivo de esta tesis profundizar en el análisis de la legislación y principios éticos que regulan todos estos aspectos, sino solo esbozar algunas consideraciones sobre cuestiones fundamentales para la conservación, como:

- Las funciones, competencias y obligaciones de las instituciones (museos de ciencias e historia natural, institutos de investigación, conservación y restauración, centros de formación, administraciones públicas: ministerios, ayuntamientos..., etc);

- El status del espécimen (valor científico, artístico, económico)
- Status del taxidermista (status profesional, formación, propiedad intelectual...);
- Protección de la naturaleza, regulación de las adquisiciones por los museos y protección frente a la toxicidad
- Pautas en conservación y restauración,

puntos que se desarrollarán a continuación, partiendo de una breve definición de ley y ética, a fin de precisar conceptos y el alcance de una y otra.

## 17.2 ÉTICA Y LEGISLACIÓN

### 17.2.1 Definición de ley y ética

---

#### 17.2.1.1 ¿Qué se entiende por ética?

De las definiciones existentes de ética, se ha preferido la que aporta el Diccionario Larousse, por ser la más ajustada a la problemática de la conservación:

Ciencia que estudia las acciones humanas en cuanto se relacionan con los fines que determinan su rectitud. En general toda ética pretende determinar una conducta ideal del hombre. Esta puede establecerse en virtud de una visión del mundo o de unos principios filosóficos o religiosos, que llevan a determinar un sistema de normas. Se divide en ética general, que estudia los principios de la moralidad, y la ética especial o deontología, que trata de los deberes que se imponen al hombre según los distintos aspectos o campos en que se desarrolla su vida. (Diccionario Enciclopédico Vox 1. © 2009 Larousse Editorial, S.L).

Procede del griego *ethos* (costumbre); consiste en normas de acción y ejemplificación de valores dentro de una comunidad.

El Dalai Lama la definió como: "es el intermedio entre mi deseo de ser feliz y el de los demás".

#### 17.2.1.2 Qué es una ley?

- a. El derecho constituye el mínimo nivel aceptable de conducta y convivencia. Es de obligado cumplimiento para todo el grupo social.
- b. La norma jurídica es coercitiva y su violación comporta sanciones civiles o penales. Constituyen un sistema normativo con un contenido objetivo, que se expresa en un lenguaje formal.
- c. El derecho a menudo encarna principios éticos.

**17.2.1.3 Diferencia entre ley y ética**

- d. La ética son reglas de conducta. Las leyes son reglas desarrolladas por los gobiernos para proveer un balance en la sociedad y proteger a sus ciudadanos.
- e. La ética proviene de la conciencia de los ciudadanos de lo que está bien y lo que está mal. Las leyes son aplicadas por los gobiernos, a sus ciudadanos.
- f. La ética son códigos morales que cada persona debe cumplir. Las leyes son codificaciones de la ética destinadas a regular a la sociedad.
- g. La ética no lleva consigo ningún castigo a quien las viole<sup>907</sup>. Las leyes castigarán a cualquiera que las viole.
- h. La ética proviene de los valores morales de la persona. Las leyes están hechas en base a la ética como un principio rector. (Julieta, 2011)

**17.2.1.4 Algunas cuestiones éticas que plantea la taxidermia:**

- a. ¿Es lícito naturalizar con fines científicos?
- b. Es ético no aprovechar todo el espécimen?
- c. O hacer un molde de la forma, directamente sobre la carne (músculatura, tejidos) estropeándola y dejándola inservible para otros fines (alimentación, otros estudios...) al contaminarla.
- d. ¿Es ético hacer híbridos con fines artísticos?
- e. Taxidermia chic: composiciones y recreaciones artísticas y decorativas.
- f. Aplicaciones de los multimedia a la taxidermia
- g. Perjuicios y derechos de los animales: status moral de un animal
- h. Relación entre artistas, animales y arte
- i. Falsificaciones, recreaciones en taxidermia en el Museo.
- j. ¿Qué lugar ocupan los especímenes naturalizados tras una exposición con fines artísticos?
- k. Recolección, enriquecimiento. Deontología

Se intentará responder a algunas de estas cuestiones en los apartados siguientes, empezando por el status del espécimen y el del taxidermista, para intentar determinar la naturaleza jurídica del objeto y el sujeto.

---

<sup>907</sup> Aunque sí la desaprobación y/o rechazo del grupo.



### 17.3 ESTATUS DEL ESPECIMEN. VALOR CIENTÍFICO, CULTURAL Y ECONÓMICO. CONDICIÓN JURÍDICA

Como se dijo en la introducción al capítulo, el espécimen naturalizado posee diversas características y vertientes: espécimen natural, artefacto con una dimensión artística, científica y divulgativo-didáctica, y con un valor patrimonial e incluso económico. Y hay que considerar todas esas características a la hora de determinar su valor y status patrimonial y museístico.

Situaciones como por ejemplo, los préstamos para exposiciones temporales, requieren ciertas medidas de protección, como la autorización administrativa, y la contratación de un seguro a todo riesgo; para este seguro se necesita una valoración económica del ejemplar. Pero en estos bienes del patrimonio histórico, hay que considerar dos tipos de valores fundamentales: el valor cultural, que engloba el de uso, el educativo, científico, de prestigio y de legado, y el valor económico, que implica el precio o coste de la adquisición, del mantenimiento y restauración del ejemplar; el valor del mercado, el de explotación (las rentas que genera su uso o alquiler) y el de reposición (la cantidad que supondría su adquisición actual) (IGAE, 1998, citado por Santos y Rey, 2015).

El Museo Nacional de Ciencias Naturales, a efectos de seguro, y considerando los valores considerados por los economistas de la cultura y la Administración General del Estado, ha establecido dos grupos de valores con un total de 9 parámetros que se transcriben por considerarlos muy aclaratorios y útiles:

1. **Valor económico tangible:** incluye el de reposición desde el origen esto es, el coste real que se necesitaría para poder adquirir de nuevo el espécimen en caso de pérdida, robo o destrucción-, el valor de mercado coleccionista: para determinarlo se utiliza generalmente el precio de salida de casas de subastas en piezas similares; valor de asimilación a la colección: es el gasto necesario para la preparación e incorporación a la colección hasta su depósito definitivo. Costes de restauración: cuanto más restaurada esté la pieza, mayor será su coste; valor de acceso: corresponde a los ingresos que no se obtendrían si los especímenes no estuviesen accesibles para uso científico y didáctico. Y por último, el valor de tramitación de permisos, es el correspondiente al gasto del tiempo dedicado por una persona para las gestiones de solicitud de permisos necesarios para el tránsito de especímenes.
2. **Valor intangible:** en este grupo se incluyen el valor científico, que refiere a los beneficios económicos que se generan con la aplicación de los adelantos y descubrimientos científicos y técnicos producidos por las investigaciones efectuadas en estas colecciones; el valor histórico, es el derivado de la unicidad y la condición de insustituible de algunos especímenes. Valor del status de conservación: se refiere a la importancia de un ejemplar singular, por pertenecer a una especie protegida, por ejemplo.

La valoración debe hacerse cada vez que una pieza sale a exposición (o se presta para otros fines), para mantenerla actualizada (Santos y Rey, 2015).

En otros museos, se siguen criterios de valoración para diversos fines, que tienen igualmente en cuenta valores culturales, económicos y estado de conservación. El Canadian Museum of Nature (Museo

Canadiense de la Naturaleza) ha definido cinco categorías de especímenes, sobre la base de los niveles de valor científico, histórico y cultural, y como criterio secundario, especímenes que pueden ser asignados a las categorías 2, 3 o 4 sobre la base de su valor de mercado. Esos niveles reflejan el valor del objeto basado en consideraciones científicas, culturales y monetarias y así poder determinar la inversión intelectual y monetaria del museo en las colecciones, lo que tiene múltiples aplicaciones en la gestión de la colección: como indicadores de valor que pueden ayudar en el control del uso del espécimen, junto con la evaluación de riesgos que pueden orientar la asignación de recursos limitados... (Price y Fitzgerald, 1996).

Además, las categorías de especímenes proporcionan un marco claro en el que basar las decisiones relacionadas con su utilización, y prioridades para el desarrollo de las colecciones, ya sea a través de adquisiciones o supresión de ejemplares.

Las categorías de especímenes no pretenden reflejar o exigir una separación física de los especímenes dentro de una colección, excepto los juzgados más valiosos, pero proporciona niveles coherentes y lógicos de compromiso para proteger especímenes. Esto facilita a los gestores de colección la formulación de recomendaciones racionales sobre el cuidado y uso de material de su competencia.

Por ejemplo, el Departamento del Museo Nacional de Entomología de los Estados Unidos implementó las Normas y Sistema de Perfiles Smithsonian (Smithsonian and Profiling System) (McGinley, 1989, 1993), que cuantifica las colecciones de acuerdo a los niveles de conservación y proporciona un gestor de colección con un numérico "Índice de Salud de la Colección". Así, la Categoría 1 se refiere a los Tipos Primarios, especies extintas recientes. Son los más valiosos e irremplazables especímenes, se deben preservar para la posteridad. Las pruebas destructivas están estrictamente reguladas y rara vez permitidas. Los préstamos son estrictamente regulados, a corto plazo. Y en cuanto a los usos públicos, solo se permite su visualización.

Las categorías 2 y 3, se refieren a los tipos secundarios, especímenes históricos, especies raras o en peligro, ejemplares de gran importancia con un Alto Valor de Mercado (> \$ 10.000), y especímenes que representan aportaciones significativas al conjunto de conocimientos, ídem con un Valor de Mercado Moderado (\$ 1.000-10.000). En estos casos, las pruebas destructivas están reguladas y permitidas con revisión, y se autorizan las exposiciones itinerantes.

Respecto a la valoración y a los niveles de protección, la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español, determina tres categorías: los **Bienes Culturales en general**, que son aquéllos "Bienes de valor histórico, artístico, científico o técnico que conforman la aportación de España a la cultura universal", y son objeto de protección especialmente frente al expolio y a la exportación ilícita; los **Bienes Inventariables**, los que tienen una "singular relevancia por su notable valor histórico, arqueológico, artístico, científico, técnico o cultural", y tengan un determinado valor económico según las categorías establecidas en la Ley de Patrimonio Histórico Español. Están inscritos en el Inventario General y necesitan permiso de exportación. Y finalmente, la máxima categoría la constituyen los **Bienes de Interés Cultural (BIC)**: éstos son aquéllos bienes, inmuebles y muebles, que por sus cualidades y/o situación de riesgo necesitan de una protección más acentuada; sus propietarios tienen la obligación de asegurar su conservación y permitir el acceso para su visita pública, con ciertas restricciones, y a los

investigadores. Y sobre todo, son inexportables, aunque en ciertos casos se permite la salida temporal (por ejemplo, para una exposición temporal) con limitaciones.

Esta clasificación plantea la pregunta: en qué categoría estarían incluidos los especímenes naturalizados, y qué repercusiones tendría para su gestión y conservación. Si nos referimos a los especímenes museísticos, se puede aplicar el artículo 27 de la Ley:

Los bienes muebles integrantes del Patrimonio Histórico Español podrán ser declarados de **interés cultural**. Tendrán tal consideración, en todo caso, los bienes muebles contenidos en un inmueble que haya sido objeto de dicha declaración y que ésta los reconozca como parte esencial de su historia.

Y el artículo 60 (Título III, Capítulo II: De los Archivos, Bibliotecas y Museos), dice que:

Quedarán sometidos al régimen que la presente Ley establece para los Bienes de Interés Cultural, los inmuebles destinados a la instalación de Archivos, Bibliotecas y Museos de titularidad estatal, así como los bienes muebles integrantes del Patrimonio Histórico Español en ellos custodiados.

**Por lo tanto, dado que el Museo Nacional de Ciencias Naturales es de titularidad estatal, los especímenes naturalizados custodiados en él, tienen la consideración de BIC a todos los efectos**, que según lo decretado por la Ley de Patrimonio Histórico, supondría (Ley 16/1985, 1985):

2. La utilización de los bienes declarados de interés cultural, así como de los bienes muebles incluidos en el Inventario General, quedará subordinada a que no se pongan en peligro los valores que aconsejen su conservación. Cualquier cambio de uso deberá ser autorizado por los Organismos competentes para la ejecución de esta Ley. (Artículo 36).

1. Los poderes públicos procurarán por todos los medios de la técnica la conservación, consolidación y mejora de los bienes declarados de interés cultural, así como de los bienes muebles incluidos en el Inventario General a que alude el artículo 26 de esta Ley. Los bienes declarados de interés cultural no podrán ser sometidos a tratamiento alguno sin autorización expresa de los Organismos competentes para la ejecución de la Ley.

3. Las restauraciones de los bienes a que se refiere el presente artículo respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes. La eliminación de alguna de ellas sólo se autorizará con carácter excepcional y siempre que los elementos que traten de suprimirse supongan una evidente degradación del bien y su eliminación fuere necesaria para permitir una mejor interpretación histórica del mismo. Las partes suprimidas quedarán debidamente documentadas. (Artículo 39).

Por lo tanto, hay que observar estos preceptos en las intervenciones de restauración, y asegurar su conservación, sin realizar usos que puedan poner en peligro su integridad y sus valores. Esto sería aplicable por ejemplo, no solo en restauraciones, sino también en determinados estudios que conlleven pruebas destructivas, préstamos y traslados entre otros.

Otra cuestión a tener en cuenta en la valoración y status, es la relación entre el espécimen y sus valores documentales. Durante mucho tiempo se ha pensado que el animal naturalizado no tiene

apenas valor ya que no lleva una documentación asociada suficientemente rigurosa. Un ejemplo es el que da Lane, (1996) en el que señala que el espécimen junto a su etiqueta posee un gran valor intrínseco. Con la separación de ambos, la etiqueta es simplemente un trozo de papel y el espécimen no es más que materia orgánica muerta. Esta forma de pensar 20 años después afortunadamente está cambiando.

Recogiendo las palabras de Santiago Aragón:

Son la inmensa mayoría los que permanecen a la espera de ese documento perdido que les facilite una identidad propia. Todos constituyen un precioso archivo material para investigar y comprender el devenir de una disciplina, de una institución y de un oficio. Saber de dónde proceden, cómo llegaron hasta el Museo y quién se encargó de prepararlos y estudiarlos, son valores añadidos que se superponen al ya nada despreciable valor biológico de cada uno de ellos. (Aragón, 2014, p. 272)

Actualmente ha aparecido una nueva especialidad "La Museómica". Los científicos han descubierto que pueden extraer el ADN de animales extinguidos en situaciones normales, es decir pueden extraer el ADN de animales preservados en Museos o Colecciones de Historia Natural (naturalizados o preparados en formol). Un ejemplo de este valor científico del espécimen naturalizado lo constituye el hecho de que se ha conseguido extraer todos los genes de origen materno del Lobo de Tasmania (*Thylacinuscynocephalus*) extinto en 1936, gracias a las muestras de pelo tomadas de dos especímenes de Museo Smithsonian de Washington (naturalizados) y en el Museo de Historia Natural de Suecia (preservado en formol) respectivamente (Diariodelbiza.es, 2013).

Desconocemos como va a evolucionar la ciencia en un futuro, también si cuando se realicen estudios más concienzudos sobre las colecciones de la institución o en relación con otras instituciones aparecerán datos que hasta ahora pensábamos que estaban perdidos<sup>908</sup>. Lo que está claro es que si se destruye el espécimen o cualquier dato relacionado con él, es cómo si no hubiera existido y crea un vacío en todo tipo de investigaciones que le impliquen (coleccionismo, taxidermia, biología, etc.)

Y así, las *Directrices para el Cuidado de Colecciones de Historia Natural* de la "Society for the Preservation of Natural History Collections"<sup>909</sup>, al establecer que "la gestión y conservación de las colecciones de materiales de historia natural debe regirse por el respeto a la integridad científica, histórica, física, cultural y estética del espécimen o el artefacto y sus datos asociados" (SPNHC, 1994, párrafo 6), llama la atención sobre el valor inherente de los registros de documentación y de archivo, "cuando es registrada de manera permanente<sup>910</sup> aumenta el valor del espécimen. Estos registros pueden en realidad sustituir al espécimen o artefacto si los especímenes propios se deterioran o son destruidos" (SPNHC, 1994, párrafo 9).

<sup>908</sup> En el caso del MNCN, por ejemplo, en relación a las Colecciones realizadas por los hermanos Benedito se pueden consultar los archivos de la familia, comparar las colecciones existentes en Patrimonio Nacional como el Palacio de Riofrío, con las del MNCN-CSIC o con aquellas de otras instituciones académicas como la Facultad de Bellas Artes, que en este último caso sabemos que no han sido restauradas y podemos acercarnos más fielmente a la técnica original de los autores y determinar otros datos como evolución frente al deterioro, etc.

<sup>909</sup> *Guidelines for the Care of Natural History Collections*. La **Society for the Preservation of Natural History Collections**, es una organización Americana sin ánimo de lucro creada en 1985 en EEUU.

<sup>910</sup> La información sobre identificación, estado de conservación, la historia, o el valor científico de un espécimen, artefacto, o colección.

#### 17.4 ESTATUS DEL TAXIDERMISTA: ESTATUS PROFESIONAL, FORMACIÓN Y DERECHOS DE AUTOR (LPI)

La figura del taxidermista ha evolucionado notablemente desde los inicios de la actividad profesional. Por ejemplo en Francia ha sido considerada durante mucho tiempo como una actividad marginal. Actualmente la profesión de taxidermista ha sido reconocida por los poderes públicos que cataloga la taxidermia como "Oficio de fabricación" y somete a los taxidermistas a la obligación de inscribirse en el repertorio de oficios, convirtiéndose de esta manera en artesanos e inclusive maestros-artesanos. Se les puede conceder incluso el diploma de "mejor obrero de Francia" en el título del grupo XVIII "oficios ligados a los animales" [Decreto de 6-7-2001] (Billet, 2002).

Se han convertido de "rellenadores" en "técnicos en taxidermia" pudiendo ser funcionarios mediante concurso oposición y taxidermista-gestor de las colecciones, contando entre sus funciones la naturalización de animales destinados a exposición, la posibilidad de ser responsable de las colecciones (Billet, 2002).

En España, como se ha visto esta evolución ha sido pareja, aunque no tan descarnada. Recordar en las oposiciones a disecador en el siglo XIX cuáles eran las obligaciones, la categoría y el sueldo de los distintos empleados de las colecciones de historia natural: En 1857 se crearon en el Museo de Ciencias Naturales, por oposición, tres plazas de *Disecadores* (Disecador primero, con un sueldo anual de 10000 reales, y dos Disecadores segundos, con 8000 cada uno). Los conocimientos que debía tener eran: haber estudiado la asignatura de Historia Natural de Segunda Enseñanza, y haber asistido dos cursos a lecciones prácticas de Taxidermia.

El examen consistía en una prueba teórica consistente en 10 preguntas de zoología y teoría de la Taxidermia, sacadas a suerte. Y en una práctica consistente en:

- Desollar un mamífero, un ave, un reptil y un pez, y en preparar y armar las pieles
- Preparar y armar u esqueleto con ligamentos artificiales, y modelar en cera alguna pieza anatómica

Las funciones que deberá desarrollar el Disecador primero consistían en:

- Preparar, embalsamar y disecar los ejemplares zoológicos que se les entreguen con este objeto
- Revisar mensualmente las colecciones zoológicas, y hacer las reparaciones que sean necesarias
- Cuidar de la conservación de las pieles y esqueletos que se les entreguen
- Acompañar a los Catedráticos y Ayudantes en las exploraciones científicas, y prestar en ellas el servicio propio de su cargo

- Dirigir los trabajos del laboratorio; responder de las herramientas y demás enseres que haya en él, reclamar los que se necesiten y los ingredientes necesarios para la preparación de los ejemplares.
- Dirigir la enseñanza práctica de la Taxidermia

Mientras que a los Disecadores segundos les correspondía sustituir al primero en su ausencia, enfermedades y vacantes (Ministerio de Gracia y Justicia, 1857).

Actualmente la actividad del taxidermista también se encuentra regulada en España como se verá más adelante.

Este perfil lleva a plantearse otra cuestión importante: cuál es la naturaleza del profesional de la taxidermia. Se trata de un científico? Un naturalista? Un técnico?. Es un artesano o un artista? Esa condición determinará algunos aspectos de su status profesional y sus consecuencias legales.

Se puede considerar al taxidermista un profesional con una vertiente científica, debido a los conocimientos obligados que debe tener en biología, zoología y otras disciplinas similares; pero también es, indiscutiblemente un artista, capaz de reproducir o recrear un espécimen a partir de sus conocimientos científicos, de la información que le pueden aportar algunos elementos naturales, y de su propia creatividad. Por lo tanto, su obra puede y debe ser objeto de protección a muchos niveles, incluido el derecho de autor.

Esta era una necesidad ya sentida en el siglo XIX, como nos muestra una anécdota de Hornaday, relatada por Woonders. Temeroso ante la idea de que aquellos cuerpos sometidos corrieran la misma suerte que los majestuosos bisontes salvajes, Hornaday<sup>911</sup> escondió una pequeña nota manuscrita bajo la pata de uno de los animales, una tímida llamada de atención para pedir la futura protección de su obra frente al posible deterioro o la destrucción. El pedazo de papel fue descubierto mucho más tarde, en 1954, cuando el grupo se desmontó para ser transferido a otro museo de Montana (Woonders, 1993, 121-122, citado por Aragón, 2014).

Actualmente las Leyes de Propiedad Intelectual<sup>912</sup> reconocen los derechos del creador: el derecho de autor y el de explotación, por los que se le reconoce la autoría o paternidad de la obra; puede exigir el respeto a la integridad de ésta e impedir cualquier deformación, modificación, alteración o atentado contra ella, decidir sobre la divulgación de su obra y como debe hacerse (...). (Unesco, 1952), y el artículo 428 del Código Civil Español establece igualmente, que "el autor de una obra literaria, científica o artística, tiene el derecho de explotarla de disponer de ella a su voluntad".

Entonces, qué ocurre con un espécimen naturalizado?. Según esto, el autor (o sus derechohabientes) pueden exigir que se respete la obra tal como fue creada por el taxidermista, lo cual tiene mucho interés de cara a las intervenciones de conservación y restauración que se efectúen en él. El desmembramiento y las posteriores actuaciones sobre él (restauraciones, etc.) convierten al objeto

---

<sup>911</sup> William T. Hornaday, taxidermista y conservacionista estadounidense del bison americano (1854). Cofundador de la National Society of American Taxidermists (1880), y del Smithsonian National Zoological Park, llegó a ser el Jefe del Departamento de Taxidermia del Museo Nacional de Estados Unidos de Washington (entre 1882 y 1890).

<sup>912</sup> Convención Universal sobre Derecho de Autor 1952, UNESCO; Ley 22/1987 de Propiedad Intelectual.



original en otro completamente distinto, en muchos casos irreconocible, que ya no es él. Por eso, es fundamental que, en las restauraciones, se observen los principios básicos que rigen actualmente estas actuaciones, entre ellos, el respeto al original y su autenticidad, evitando añadidos deformantes y eliminaciones injustificadas desde el punto de vista de la conservación, de partes originales. Una de las cosas que se reivindica desde esta tesis es que en las cartelas de los museos aparezca el nombre del autor de la naturalización y el año o el siglo en el que se realizó, al igual que se hace con otras obras de arte.

### 17.5 FUNCIONES, COMPETENCIAS Y OBLIGACIONES DE LAS INSTITUCIONES

El término "museo" puede designar tanto a la institución como al establecimiento o lugar generalmente concebido para proceder a la selección, el estudio y la presentación de testimonios materiales e inmateriales del individuo y su medio ambiente (ICOM, 2008).

Las tendencias museográficas propias de finales del siglo XIX y principios del XX, que otorgaban un papel preponderante a los ejemplares naturalizados y a su presentación, cayeron en desuso a finales del pasado siglo (Alberti, 2008, citado por Aragón, 2014)

El Consejo Internacional de Museos (ICOM), desarrolló entre diciembre de 2006 y noviembre de 2012, un Código de Deontología para los Museos de Historia Natural, para abordar las cuestiones específicas relacionadas con las ciencias de la vida y de la tierra, complementario al Código de Deontología del ICOM para los Museos, que contempla cuestiones éticas sobre la recogida y devolución (repatriación) de especímenes de historia natural, intercambio de datos, valor añadido de los especímenes, conservación y estabilización de éstos, normas para el servicio de atención a las personas y objetos, salud y seguridad, préstamos e intercambios de objetos, y guías de buenas prácticas de almacenamiento y manipulación.

El documento incluye al final un anexo sobre taxidermia titulado: "El arte de la taxidermia y su importancia para el patrimonio cultural: código de buenas prácticas para el cuidado de la taxidermia", que plantea las siguientes cuestiones fundamentales y que por su relevancia se transcribe íntegro (ICOM NATHIST, 2005):

1. Evitar el retiro de especímenes de sus vitrinas o ambientaciones originales. Si no están envitrinas, se debe garantizar que no sufran ningún daño mecánico o físico debido a las condiciones de almacenamiento.
2. **Facilitar el acceso a toda la información asociada, incluyendo, si se conoce, el nombre del taxidermista y la fecha de preparación.**
3. Elaborar y archivar informes sobre las condiciones del material y realizar inspecciones regulares (una vez al año como mínimo) para garantizar que no ha sido objeto de daños o de infestación por plagas.
4. **Realizar la restauración de los especímenes o expositores de acuerdo con las intenciones o técnicas originales del taxidermista.**

5. Llevar un registro completo, con fotografías, de todo el trabajo de conservación, incluyendo el trabajo realizado en la vitrina o la ambientación del expositor.
6. **Preservar en colecciones institucionales todo el material científicamente importante y todo el material de especies extintas o en peligro de extinción, independientemente de la pobreza que pueda presentar su estado.**
7. Establecer y aplicar una política formal de recolección de materiales para decidir si se va a prescindir o no de un espécimen determinado.
8. Donar el material a instituciones alternativas. Si ninguna institución local quiere o puede aceptar el material en cuestión, se deberán buscar alternativas antes de considerar la venta o la destrucción del mismo. **Si el material es de origen extranjero, se deberá contactar las instituciones del país de origen y ofrecerles dicho material (SIEMPRE Y CUANDO LA NORMATIVA CITES LO PERMITA). Se deberá recordar que el objeto puede ser una parte importante de su patrimonio cultural.**
9. **Proceder a la destrucción del material tan sólo cuando se hayan agotado todas las demás alternativas posibles.**
10. Guardar un registro fotográfico completo de todo el material conservado que sea retirado o enajenado y guardar copia de toda la documentación en la institución original.

Partiendo de la base de la importancia y adecuación de los principios planteados con las directrices generales en conservación y restauración, como la necesidad de documentar debidamente todas las intervenciones que se realicen en el espécimen, de mantenerlos en sus ambientaciones originales, entre otras, se destacan algunos aspectos propios de estas colecciones, y que son inherentes a su condición y valor cultural y científico:

- Preservar todo el material científico por insignificante que pueda parecer, por la información que puede contener. Y en ese sentido, evitar la destrucción del material.
- En las cuestiones de recolección, e intercambio de especímenes, respetar la normativa CITES.
- Reconocer y respetar el derecho de autor del taxidermista, que se traduce en consignar el nombre del taxidermista cuando se conozca, en las informaciones asociadas y facilitar el acceso a esa información; y en respetar la intención y la técnica del taxidermista en las restauraciones, tanto de los especímenes como de los expositores, reconociéndoles una significación como componentes de un conjunto o unidad.

Las instituciones responsables tienen unas funciones y obligaciones para con esas colecciones. Las *Directrices para el Cuidado de Colecciones de Historia Natural* de la "Society for the Preservation of Natural History Collections" aborda las responsabilidades de la institución:

Un museo tiene la responsabilidad ética y legal de garantizar que las colecciones bajo su custodia estén "protegidas, seguras, libres de gravámenes, cuidados y conservados" (Asociación

Americana de Museos, 1992). Cualquier institución que posee colecciones de valor para la comunidad científica tiene la obligación de apoyar este código. Para cumplir con esta responsabilidad, es esencial que las instituciones tomen medidas para mitigar el uso de la preparación de rigor científico y otras técnicas de tratamiento, las malas condiciones ambientales, y manejo negligente con el fin de proteger la integridad física y química de los especímenes y los artefactos para las necesidades presentes y futuras. Las directrices para la gestión y la atención profesional deben aplicarse no sólo a las colecciones de investigación, sino también a las colecciones de educación y de exhibición. Las instituciones deben implementar sistemas que aseguren la preservación tanto de la documentación y de los especímenes y artefactos (SPNHC, 1994, párrafo 14)

Así como que proporcione los recursos (por ejemplo, tiempo, dinero, personal cualificado, espacio adecuado, e instalaciones) necesarios para la conservación a largo plazo y la documentación de las colecciones bajo su responsabilidad.

Otra recomendación importante que hace esta Guía se refiere a las obligaciones de la institución en la puesta en valor del espécimen, y el equilibrio entre el uso y conservación:

Asociado con la responsabilidad de la investigación en curso y el uso educativo está la obligación de la institución para maximizar el valor de cada espécimen para su uso futuro. Esto se aplica no sólo a los datos asociados con cada espécimen, sino también a la integridad física y química del espécimen. Por lo tanto, es fundamental que las exigencias sobre especímenes de historia natural para la investigación actual y los usos educativos se equilibren con la necesidad de la preservación de los especímenes para futuros usos (SPNHC, 1994, párrafo 2).

Hace responsables del cuidado de las colecciones a la institución, y a todo su personal directamente involucrado con los especímenes y los artefactos: restauradores administradores de la colección, asistentes curatoriales, conservadores, archiveros/secretarios preparadores y ayudantes técnicos en estas áreas (SPNHC, 1994).

El Museo Nacional de Ciencias Naturales estuvo adscrito al Ministerio de Educación y Ciencia, después al Ministerio de Educación y Cultura, luego al Ministerio de Ciencia y Tecnología y nuevamente al de Educación y Ciencia. Actualmente depende del CSIC, y está adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) desde 2012.

Su función es "apoyar la investigación en el área de los recursos naturales y comunicar ese conocimiento en beneficio de la sociedad" (Santos y Rey, 2015, p. 67). Se encuentra dentro de la Red de Museos de España creada en el año 2009 para garantizar la cooperación institucional y buenas prácticas en los museos, siguiendo las directrices de calidad del ICOM.

## **17.6 PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA**

Hay que señalar que la actividad profesional del taxidermista está también sujeta a las medidas sobre protección y conservación de fauna, estando limitadas las operaciones de caza, adquisición,

tratamiento y comercio de especies protegidas en las distintas normativas, nacionales e internacionales.

En este sentido resulta interesante e ilustrativo una carta de Fabián Moliner a José María Benedito, denunciando la crueldad de las capturas de algunos animales, con el sufrimiento para éstos y el destrozo para las pieles y otros elementos que conllevaba. Para hacerse una idea de la barbaridad de estos procedimientos y de los deterioros que provocaban en el animal, citaremos sólo algunos pocos ejemplos: la caza con cebo de las águilas rematándolas con golpes en la cabeza con palos o con la culata de la escopeta, lo que causaba hemorragias que dañaban la piel y fracturaba el cráneo que quedaba inservible para engarces de la armadura o la captura de cachorros de zorro con cebo, quedando las pieles inservibles por la dentellada del cebo(Aragón, 2014).

Es importante tener en cuenta la estrecha relación entre el patrimonio Cultural y el Natural. El hombre se ha servido siempre de los recursos y elementos que la naturaleza le ha ofrecido, para crear sus formas de vida, sus hábitats, y en definitiva, su cultura. Sin ellos, ésta última no sería posible, y sin conocer esas relaciones, hoy no podríamos entender las manifestaciones culturales que tanto le deben. Por ello, y por lo que la humanidad la necesita para su vida actual y futura, es fundamental protegerla y conservarla, si se vive esta idea de protección desde un punto de vista homocentrista.

En la actualidad existen diversas normas nacionales e internacionales, que regulan el uso de los recursos naturales, de la fauna y de la flora. En lo que concierne a la taxidermia y las actividades con ella relacionadas, a nivel internacional, son fundamentales aquéllas que abordan la protección y conservación del Patrimonio Natural en todas sus manifestaciones y la de especies amenazadas y en peligro de extinción: Convención para la Protección del Patrimonio Cultural y Natural Mundial; la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas (Convenio Ramsar), ambos de la UNESCO. Así mismo, es esencial la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Se trata de un convenio internacional entre Gobiernos para velar que el comercio de estas especies de valor estético, científico, cultural y hasta económico, no suponga un riesgo para su supervivencia. Regula la importación y exportación de especies protegidas, que deben contar con licencia otorgada por la autoridad competente del país importador. CITES cuenta con dos programas de control para evitar la matanza de elefantes y comercio ilícito del marfil, MIKE<sup>913</sup> y ETIS<sup>914</sup>. Cuenta también con unas directrices para el transporte de animales vivos, que eviten maltrato, heridas y daños en general para su salud (Macarrón, 2008, p. 268).

En referencia a los permisos de Exportación y solicitud de CITES en traslados de especímenes naturalizados de las colecciones de Museos, todos los trámites han de solicitarse con un mínimo de 1 mes de antelación, ya que estos permisos se demoran más de lo habitual, y han de solicitarse tanto en origen como en el destino, y en la ida y en la vuelta de la colección (Maíz, 2015). Por ejemplo SIT se remiten a la institución prestataria (En este caso el MNCN) para averiguar si debe solicitarse CITES u

---

<sup>913</sup> Supervisión de la matanza ilegal de elefantes

<sup>914</sup> Sistema de información sobre el comercio de elefantes

otros permisos especiales. Una vez conocido el tipo y nombre del espécimen a transportar, hay que dirigirse al SOIVRE<sup>915</sup> para que informen si han de pedirse los CITES o no (Maiz, 2015).

Hay que considerar igualmente que no siempre es posible ni conveniente la exposición de algunos especímenes. *Las Directrices para el cuidado de Colecciones de Historia Natural de la Society for the Preservation of Natural History Collections*, plantea que:

el uso de las colecciones debe llevarse a cabo de manera que sean compatibles con los objetivos de conservación y preocupaciones de los pueblos indígenas, siempre que sea posible. Ciertos especímenes o artefactos pueden considerarse demasiado raros, frágiles, culturalmente sensibles, o significativos para la exposición o el préstamo (por ejemplo, especímenes tipo, especímenes de especies extintas, especímenes de importancia histórica, o ejemplares en mal estado (SPNHC, 1994, párrafo 28).

### 17.7 NORMATIVA PARA ELIMINACIÓN DE MATERIAL EN COLECCIONES DE TAXIDERMIA.

Otro tema que hay que considerar es el destino del material de desecho de animales, puesto que se trata de materiales orgánicos que pueden ser fuente de contaminación biológica, química y toxicológica. Para su tratamiento existen también normativas que regulan el procedimiento para esas eliminaciones.

La Comunidad Europea cuenta con el *Reglamento europeo sobre subproductos animales (Reglamento (CE) n° 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano, y por el que se deroga el R (CE) n° 1774/2002 )*.

En el Anexo I "Definiciones mencionadas en el Art. 2", respecto a materiales de aplicación en taxidermia, contempla las pieles tratadas y sin tratar; plumas y partes de plumas sin tratar; lana y pelo sin tratar; cerdas sin tratar; artículos de exposición (subproductos animales o productos derivados destinados a actividades artísticas o exposiciones). En el n° 47 define la taxidermia como:

El arte de arreglar, rellenar y montar las pieles de animales para darle una apariencia vital, de tal forma que la piel montada no pueda transmitir ningún riesgo para la salud pública y la salud animal.

En este sentido, en el Reglamento se establecen normas para impedir riesgos para la salud pública y animal, sobre alimentación de los animales, uso de los subproductos en cosmética y medicamentos, usos técnicos, así como normas para la manipulación y transformación de estos productos, condiciones higiénicas y documentación de los envíos. Igualmente regula el uso y eliminación por incineración y coincineración de los subproductos animales. Así, permite la introducción en el mercado de productos que cumplan ciertas condiciones: por ejemplo, pieles

---

<sup>915</sup>Servicio Oficial de Inspección, Vigilancia y Regulación del Comercio Exterior, creado en 1934, para, entre otras funciones, la inspección y control de las especies sujetas al Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

sometidas a proceso completo de curtido, encurtidas o pickeladas (pickledpelts), pieles encaladas (cal y salmuera con pH entre 12 y 13, al menos durante 8 h.), y pieles en wet-blue (curtido al cromo)

En España, y dado que se están abordando las colecciones naturalizadas del MNCN, a nivel autonómico cabe señalar la *Resolución 18 de febrero de 1992 de la Agencia de medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, por la que se regula el funcionamiento y organización del Registro de talleres taxidermistas de la Comunidad de Madrid* (BOCM 4/3/1992).

Esta Resolución parte de la *ley 2/1991 de 14 de febrero para la Protección y Regulación de la Fauna y la Flora Silvestres de la Comunidad de Madrid*. Obliga a la inscripción en el Registro de Talleres de taxidermistas, quienes deben llevar un Libro de Registro con los datos referentes a los ejemplares disecados total o parcialmente.

## 17.8 LEGISLACIÓN EN CONSERVACIÓN/RESTAURACIÓN.

Puesto que en anteriores capítulos ya se han tratado cuestiones relacionadas con criterios y normativas de intervención en conservación y restauración, no vamos a insistir ahora. Solamente recordaremos que son de aplicación a las colecciones naturalizadas los principios establecidos en la Carta de Atenas (reconstrucción por anastilosis), en la Carta de Venecia (no reconstrucción por analogía?, respeto por las aportaciones que definen la configuración actual del objeto, "dado que la unidad de estilo no es el fin de la restauración", salvo que el elemento eliminado ofrezca poco interés y lo que se descubra o recupere con su eliminación sea de gran interés histórico, arqueológico o estético (en estas colecciones habría que añadir científico), y esté en buen estado de conservación<sup>916</sup>.

Como se recordará, estos principios son recogidos por la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, art. 39, y por el Decálogo de la Restauración de Bienes Muebles, del Ministerio de Cultura español, 2007. Este Documento ahonda más que los otros en cuestiones técnicas más específicas, que igualmente pueden ser de aplicación en las intervenciones sobre estos especímenes, como son:

- Anteponer a cualquier intervención una investigación interdisciplinar.
- Actuar de acuerdo al principio de mínima intervención, "ceñirse a lo estrictamente necesario...rechazando los tratamientos demasiado intervencionistas que pueden agredir la integridad del objeto"
- "Evitar la eliminación sistemática de adiciones históricas", ya que "una eliminación injustificada o indocumentada causaría una pérdida de información irreversible". Y siempre que se lleve a cabo por razones justificadas (ver Carta de Venecia y LPH<sup>º</sup>E), documentarla debidamente incluso dejando algún pequeño testigo en zonas discretas.
- Respecto a las operaciones de limpieza, aconseja la limpieza homogénea, huyendo de las llamadas "limpiezas artísticas" o caprichosas, que falseen el original, limpiezas no profundas que respeten la pátina, y con materiales conocidos de probada eficacia, que no alteren los componentes de la obra, ni su estructura ni el aspecto primitivo de ésta.

<sup>916</sup>Carta Internacional para la Conservación y Restauración de Monumentos (ICOMOS 1964) (Carta de Venecia), art. 11.



- Respecto a las operaciones de reintegración de pérdidas y lagunas, las admite cuando sean necesarias para la estabilidad de la obra o de sus materiales, pero en cualquier caso "ciñéndose a los límites de la laguna [...] con materiales inocuos y reversibles", y discernibles del original a una distancia prudente.
- Y por supuesto, documentando todas las operaciones que se lleven a cabo.

A todo esto habría que añadirle las limitaciones que imponen las leyes de Propiedad Intelectual, que obligan a respetar los derechos morales del autor (siempre que no interfiera con derechos de terceros y con la condición de BIC).

Las Directrices para el Cuidado de Colecciones de Historia Natural formuladas por la *Society for the Preservation of Natural History Collections*, coinciden en muchas de estas prescripciones, pero con ciertos matices específicos para estas colecciones. Así plantea que: "los tratamientos de conservación deben cumplir con los más altos estándares profesionales. En general, el enfoque preferido para especímenes de investigación o artefactos implicará la conservación preventiva. Las modificaciones físicas o químicas a un espécimen pueden afectar negativamente a su potencial analítico. Dado que no es posible anticipar los usos de especímenes que pueden llegar a ser posibles con los avances en la tecnología, se prefieren los métodos que alteran los especímenes lo menos posible. Las técnicas y materiales seleccionados deben ser aquellos que son los más estables y tienen la mayor longevidad. Además, muchos tratamientos deben ser monitorizados con el tiempo para entender más plenamente sus efectos sobre los especímenes y artefactos (SPNHC; 1994, párrafo, 10).

Plantea también otro principio básico de la conservación y la restauración, la reversibilidad: "Los materiales añadidos deben ser removibles siempre que sea posible. Las excepciones deben estar plenamente justificadas y documentadas" (SPNHC; 1994, párrafo, 10).

Aborda igualmente el criterio de respeto a la autenticidad del objeto mediante el reconocimiento de las intervenciones, así como la documentación de los materiales y procedimientos empleados:

"No es ético modificar u ocultar la verdadera naturaleza de un espécimen o artefacto a través de la restauración. La presencia y la magnitud de la restauración deben ser detectables, aunque no tiene que ser visible. Métodos y materiales utilizados deben estar completamente documentados" (SPNHC; 1994, párrafo, 12).

La Guía establece igualmente una serie de pautas acerca de la documentación de las operaciones, el empleo de nuevas tecnologías sobre la base de la investigación, la limitación de tratamientos muy intervencionistas, y la cualificación profesional especializada de los conservadores restauradores, recurriendo siempre que sea necesario a la colaboración interdisciplinar y la consulta con otros expertos..

"Los tratamientos deben reflejar la conservación de la información más reciente, científicamente fundamentada, y debe ser alentado el desarrollo de nuevas técnicas basadas en la metodología científica. Los tratamientos deben llevarse a cabo sólo por personal cualificado, dentro de los límites de su área de experiencia. Los tratamientos intervencionistas se

deben realizar únicamente con el consentimiento de una persona o personas objetivas e informadas, autorizadas para ello por la institución, los cuales pueden requerir la consulta con expertos en conservación fuera de la institución. Los conflictos de intereses deben ser evitados" (SPNHC; 1994, párrafo, 21).

Por otro lado, El Código de Deontología del ICOM para los Museos de Historia Natural, en su Código de Buenas Prácticas para el cuidado de taxidermia<sup>917</sup>, plantea una serie de principios fundamentales. Sobre conservación preventiva, incluyendo ahí la documentación:

El cuidado de las colecciones no embaladas, para que no sufran deterioros físicos, mecánicos o de otro tipo debidos a las condiciones de almacenaje. Esto pasa por la adopción de medidas en el manejo y cuidado de las colecciones para usos científicos y educativos previstos de los especímenes o artefactos, que deben "cumplir con los más altos estándares profesionales", reduciendo al mínimo los riesgos por almacenamiento y uso (por ejemplo, mediante el uso de unidades de almacenamiento adecuados, proporcionando la seguridad adecuada, la selección cuidadosa de usuarios y prestatarios en el lugar, y el empleo de las normas de conservación para los métodos y materiales utilizados en el embalaje y el envío).

- Realizar y presentar informes sobre el estado de conservación y llevar a cabo inspecciones regulares (al menos anualmente) para asegurar que ningún daño o infestación ha tenido lugar.
- Hacer accesible toda la información asociada, incluyendo el nombre del taxidermista y la fecha de elaboración, si se conoce.
- Mantener un registro completo con pruebas fotográficas de cualquier trabajo de conservación, incluyendo cualquier trabajo realizado sobre el caso o la visualización de los alrededores. Así como un registro fotográfico completo de todo el material conservado, retirado o destruido, y conservar copias de toda la documentación en la institución de origen.

Sobre conservación curativa y restauración, establece las siguientes medidas:

- Cualquier restauración que se emprenda de cara a muestras o exhibiciones, debe hacerse de acuerdo con las intenciones y las técnicas originales del taxidermista
- Desechar el material para la destrucción sólo cuando todas las otras alternativas posibles se hayan agotado. En ese caso, enviar el material a eliminar a instituciones alternativas. Si no hay institución local que quiera o pueda aceptar este material, entonces buscar alternativas antes de contemplar cualquier venta o destrucción. En el caso de las instituciones de contacto para recogida de material extraño en el país de origen y ofrecerles este tipo de material (Normas de permisos CITES). Recuerde que esto podría ser una parte importante de su patrimonio cultural.

## 17.9 DELITOS Y SANCIONES

---

<sup>917</sup> Ver The art of taxidermy and its cultural heritage importance: code of best practice for the care of taxidermy

Rachel Poliquin se plantea que cuando los daños al patrimonio histórico y cultural del mundo son fruto de incendios, terremotos y guerras, quizá no se puede hacer nada, pero cuando esa destrucción se lleva a cabo por las mismas personas que trabajan como guardianes del patrimonio, entonces es un acto criminal (Poliquin, 2008).

"Es especialmente difícil de entender el hecho de que los que causan el daño desastroso, se llaman a sí mismos científicos cuando, debido a la falta de rigor científico e histórico, se queman o de otra manera se destruye la evidencia histórica (...) tanto a través de la destrucción de ejemplares insustituibles como el contexto en el que fueron exhibidos". (Norris 2005, citado por Poliquin, 2008, p. 125).

Estas palabras dan una idea de algunos de los daños que por descuido, ignorancia o intencionadamente, pueden provocarse en los especímenes de Historia Natural, incluidos los naturalizados, lo que es constitutivo de delito o al menos de infracción. Por ello, las diferentes legislaciones nacionales e internacionales, definen esos delitos e infracciones, y sus correspondientes sanciones.

En esta tesis no se van abordar en profundidad esas normativas, pues sobrepasa el tema. Solamente, y dado que el estudio se ha centrado en las colecciones del MNCN, se mencionaran algunas cuestiones abordadas en el Código Penal Español y en la Ley de Patrimonio Histórico Español.

**El Código Penal español y legislación complementaria** recoge las siguientes penas y sanciones:

**Artículo 323.**

Será castigado con la pena de prisión de uno a tres años y multa de doce a veinticuatro meses el que cause daños en un archivo, registro, museo, biblioteca, centro docente, gabinete científico, institución análoga o en bienes de valor histórico, artístico, científico, cultural o monumental, así como en yacimientos arqueológicos.

En este caso, los Jueces o Tribunales podrán ordenar, a cargo del autor del daño, la adopción de medidas encaminadas a restaurar, en lo posible, el bien dañado.

**Artículo 324.**

El que por imprudencia grave cause daños, en cuantía superior a 400 euros, en un archivo, registro, museo, biblioteca, centro docente, gabinete científico, institución análoga o en bienes de valor artístico, histórico, cultural, científico o monumental, así como en yacimientos arqueológicos, será castigado con la pena de multa de tres a 18 meses, atendiendo a la importancia de los mismos.

Se modifica por el art. único.117 de la Ley Orgánica 15/2003, de 25 de noviembre. Ref. BOE-A-2003-21538

**Artículo 332.**

El que con grave perjuicio para el medio ambiente corte, tale, queme, arranque, recolecte o efectúe tráfico ilegal de alguna especie o subespecie de flora amenazada o de sus propágulos, o

destruya o altere gravemente su hábitat, será castigado con la pena de prisión de cuatro meses a dos años o multa de ocho a 24 meses.

Se modifica por el art. único.121 de la Ley Orgánica 15/2003, de 25 de noviembre. Ref. BOE-A-2003-21538

#### **Artículo 334.**

1. El que cace o pesque especies amenazadas, realice actividades que impidan o dificulten su reproducción o migración, o destruya o altere gravemente su hábitat, contraviniendo las leyes o disposiciones de carácter general protectoras de las especies de fauna silvestre, o comercie o trafique con ellas o con sus restos, será castigado con la pena de prisión de cuatro meses a dos años o multa de ocho a veinticuatro meses y, en cualquier caso, la de inhabilitación especial para profesión u oficio e inhabilitación especial para el ejercicio del derecho de cazar o pescar por tiempo de dos a cuatro años.

2. La pena se impondrá en su mitad superior si se trata de especies o subespecies catalogadas en peligro de extinción.

Se modifica el apartado 1 por el art. único.97 de la Ley Orgánica 5/2010, de 22 de junio. Ref. BOE-A-2010-9953

Se modifica el apartado 1 por el art. único.123 de la Ley Orgánica 15/2003, de 25 de noviembre. Ref. BOE-A-2003-21538

#### **Artículo 335.**

1. El que cace o pesque especies distintas de las indicadas en el artículo anterior, cuando esté expresamente prohibido por las normas específicas sobre su caza o pesca, será castigado con la pena de multa de ocho a 12 meses e inhabilitación especial para el ejercicio del derecho de cazar o pescar por tiempo de dos a cinco años.

2. El que cace o pesque especies a las que se refiere el apartado anterior en terrenos públicos o privados ajenos, sometidos a régimen cinegético especial, sin el debido permiso de su titular, será castigado con la pena de multa de cuatro a ocho meses e inhabilitación especial para el ejercicio del derecho de cazar o pescar por tiempo de uno a tres años, además de las penas que pudieran corresponderle, en su caso, por la comisión del delito previsto en el apartado 1 de este artículo.

3. Si las conductas anteriores produjeran graves daños al patrimonio cinegético de un terreno sometido a régimen cinegético especial, se impondrá la pena de prisión de seis meses a dos años e inhabilitación especial para el ejercicio de los derechos de cazar y pescar por tiempo de dos a cinco años.

4. Se impondrá la pena en su mitad superior cuando las conductas tipificadas en este artículo se realicen en grupo de tres o más personas o utilizando artes o medios prohibidos legal o reglamentariamente.

Se modifica por el art. único.124 de la Ley Orgánica 15/2003, de 25 de noviembre. Ref. BOE-A-2003-21538

#### **Artículo 339.**

Los jueces o tribunales ordenarán la adopción, a cargo del autor del hecho, de las medidas necesarias encaminadas a restaurar el equilibrio ecológico perturbado, así como de cualquier otra medida cautelar necesaria para la protección de los bienes tutelados en este Título.

Se modifica por el art. único.100 de la Ley Orgánica 5/2010, de 22 de junio. Ref. BOE-A-2010-9953

#### **Artículo 340.**

Si el culpable de cualquiera de los hechos tipificados en este Título hubiera procedido voluntariamente a reparar el daño causado, los Jueces y Tribunales le impondrán la pena inferior en grado a las respectivamente previstas.

### **17.10 ALGUNAS CONSIDERACIONES ETICAS**

- ¿Es lícito naturalizar con fines científicos? Recolección, enriquecimiento. Deontología
- ¿Es ético no aprovechar todo el espécimen?

Se debe respetar en todo momento la vida de un ser vivo. No se puede matar de manera gratuita, y se debería antes de hacerlo meditar qué utilidad se le va a dar a cada parte del animal

- - Es ético hacer un molde de la forma, directamente sobre la carne (musculatura, tejidos) estropeándola y dejándola inservible para otros fines (alimentación, otros estudios...) al contaminarla. De igual manera es ético aplicar tratamientos desinfectantes durante el desollado inutilizando la carne para el consumo humano?.

Muchos taxidermistas cuando preparan los especímenes han realizado el molde directamente de la musculatura para luego sacar la reproducción. Esto lo hemos visto como una práctica común de los hermanos Benedito que sacaban moldes de escayola de las piezas. La carne de esta manera queda inutilizada para el consumo humano, especialmente porque en ocasiones se añaden sustancias desmoldeantes nocivas. Actualmente hay materiales de moldeo que no presentan riesgos para la salud como son el alginato dental o la gelatina técnica que se podrían emplear para estos propósitos.

Respecto al segundo punto, varios taxidermistas en sus manuales hacen referencia a la aplicación sobre la piel y la carne de sustancias que absorben la grasa y la sangre, evitando que se manche el plumaje (esto es especialmente señalado en aves debido a la dificultad que entraña el lavado de las plumas) como se ha visto. Otros taxidermistas refieren el uso de productos inocuos como la harina de maíz, garbanzo o arroz (Goñi, 1960), precisamente para no inhabilitar la carne y poder consumirla.

- ¿Es ético hacer híbridos con fines artísticos? ¿Taxidermia chic: composiciones y recreaciones artísticas y decorativas?. ¿Aplicaciones de los multimedia a la taxidermia? ¿Perjuicios sobre los animales y derechos de los animales: status moral de un animal? Relación entre artistas, animales y

arte. Falsificaciones, recreaciones en taxidermia en el Museo. ¿Qué lugar ocupan los especímenes naturalizados tras una exposición con fines artísticos?

Estos son asuntos controvertidos, ya que no está muy definido cuál es el respeto moral de un animal.

Actualmente la taxidermia se está reinventando. Como recogen Patchett y Foster, 2008, hay una nueva generación de artistas que están retomando este tipo de representaciones desde una perspectiva expositiva distinta, como un nuevo marco para reflejar ideas de toda naturaleza alejadas en muchos casos del carácter científico de antaño, en muchos casos como denuncia de todo lo que representan. Las colecciones antiguas de los Museos de Ciencias causan aburrimiento, aversión se viven como representaciones estáticas de un pasado" (Patchet y Foster, 2008).

Algunos taxidermistas tienen muy claro que no es lícito matar con un fin primario de hacer una naturalización y crean sus obras a partir de animales que han muerto en accidentes o por causas naturales.

Una de ellas es Jazmine Miles-Long que se considera a sí misma como una taxidermista ética, que prepara sus naturalizaciones a partir de animales que han fallecido de manera accidental o natural que les dona sus familiares, amigos o centros de rescate entre otros, aunque esto implique mayor trabajo durante la prearación ya que algunos llegan en muy malas condiciones, fruto de atropellos por ejemplo (Miles-Long, 2014).

Algunas obras despiertan admiración por el resultado de la creación (fig. 423), otras mofa e inclusive indignación (Sadanduselless, s.f.) (figs. 423 y 424).



**Figura 423. "WTF" Obra de Enrique Gómez de Molina. 2008**

**Figura 424. Ejemplos de taxidermia conocida como "low cost"**

Un ejemplo del concepto de utilidad se puede ver en la figura x, donde un cerdito se convierte en un bolso.





**Figura 425. Bolso en forma de cerdito**

Lo que si tenemos claro es que algunas representaciones son una falta de respeto al animal, y por tanto se banaliza su muerte y se refleja el poco respeto y ninguna admiración por otros seres vivos y la mal entendida cuestión de que la naturaleza está al servicio del ser humano.

## 18 CONCLUSIONES Y VÍAS ABIERTAS DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación expuesto en esta memoria ha tratado de presentar de manera clara la compleja composición matérica de la colección de aves y mamíferos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, así como poner de manifiesto la importancia primordial del conocimiento de los factores de degradación y tipologías de deterioro que afectan a la colección.

Además, este estudio ha expuesto las técnicas de tratamiento empleadas en obras con características materiales similares a las estudiadas (material etnográfico) e incluye, por otro lado, la exposición de las metodologías de limpieza y reintegración volumétrica desarrolladas por la autora de la presente tesis doctoral en probetas. Con estos procedimientos se han obtenido en algunos casos resultados plenamente satisfactorios, con lo que podría asimismo pensarse en su empleo en la obra real del Museo.

Del desarrollo de esta investigación y recorrido por los diversos aspectos de la conservación de este complejo tipo de obras han podido extraerse ciertas conclusiones relacionadas con los distintos apartados de los que consta la tesis doctoral:

**1. Con respecto al apartado dedicado a los museos y colecciones de historia natural puede extraerse como conclusión que resulta fundamental** conocer las colecciones de ciencias y su historia, qué tipos de piezas se pueden hallar en los museos y la importancia que tienen éstos en la preservación de la naturaleza. Desde el punto de vista de didáctico y de difusión, son especialmente interesantes los especímenes montados que reproducen los hábitats de numerosos animales. Debe, por tanto, proporcionarse a estos museos, al menos en nuestro territorio, el reconocimiento y valor que se otorgan en sus respectivos países a otros que albergan colecciones de esta naturaleza, como el Natural History Museum (Londres) o el National Museum of Natural History (del Smithsonian Institute, en Washington), altamente valorados. Por tanto, debería reconocerse la importancia de estas colecciones, ya que constituyen una ayuda imprescindible para la protección de la biodiversidad, estudiar patógenos, contaminantes y otras funciones muy útiles para el ser humano, si se aprecia desde una perspectiva antropocéntrica.

En España, en concreto, en Madrid, es necesario concienciar a la población de lo importante que es nuestro patrimonio natural. Hay que potenciar este interés por medio de la exposición de un porcentaje mayor de las colecciones pero, para ello, es necesaria también una mayor concienciación de las entidades públicas que derive en una dotación económica más elevada, con el fin de mantener dichas colecciones bajo condiciones de conservación adecuadas y en un aumento de espacio para poder trasladar al Museo grandes y llamativas piezas naturalizadas que se encuentran almacenadas en el almacén de Arganda del Rey. Ello supondría el traslado de la Escuela de Ingenieros a otro lugar, lógicamente a la Ciudad Universitaria, porque no se entiende que un Museo Nacional de la entidad histórica y científica como el MNCN se encuentre dividido en dos y sus colecciones dispersas.

**2. El conocimiento del tipo de curtido** y el comportamiento que van a tener las pieles tratadas de distinta manera es vital para entender los procesos de degradación que sufren, controlar los parámetros medioambientales y otros factores que les puedan dañar, así como determinar qué tratamientos de restauración son más adecuados para cada una de esas tipologías. Debemos conocer, así mismo, cómo están trabajados otros materiales orgánicos (piel y plumas) en otros sectores como por ejemplo los etnográficos, la peletería o la industria del cuero, ya que muchos tienen una naturaleza similar a la de los animales naturalizados, y los tratamientos de conservación y restauración seguidos en dichas colecciones podrán ser útiles para trasladarlos a las colecciones de taxidermia. De la misma manera, resulta fundamental poder valorar cuáles pueden ser contraproducentes.

**3. El conocimiento de la morfología, comportamientos y hábitos de aves y mamíferos** es vital a la hora de conservar e intervenir un animal montado, evitando una mala intervención restauradora al interpretar mal diversos aspectos de la vida cotidiana del animal. Por ejemplo, las aves son tetracromáticas, pudiendo ser observado el color que emiten algunos colores biológicos en el rango del ultravioleta. Ello sirve para distinguir aves que no parecen que presenten dimorfismo sexual, pero que bajo radiación UV presentan sin embargo una coloración diferente. Algunos disolventes pueden eliminar este rango distintivo afectando a su condición de objeto de estudio biométrico y morfológico.

Por otra parte, ya se ha comentado, por ejemplo, el caso del emblemático elefante africano cazado por el Duque de Alba y naturalizado por Luis Benedito en 1913 que presenta los testículos al aire cuando estos animales los tienen internos. Eliminar este error anatómico conlleva la pérdida de historicidad.

**4. Es imprescindible conocer la evolución de la historia de la taxidermia** y los diversos materiales y metodologías aplicados para comprender los factores de degradación que han actuado y actuarán sobre la pieza. Ello también permitirá la comprensión de su estado de conservación y contribuirá a documentar un espécimen, datarlo y por lo tanto entender cómo debe ser intervenido, respetando su historicidad.

También es importante conocer estos tratamientos a fin de interpretar de manera adecuada el posible estudio analítico realizado al ejemplar.

**5. El conocimiento de la historia del MNCN** es vital para realizar una buena diagnosis del estado de conservación de la pieza, facilitar la recopilación de documentación sobre el mismo, conocer las vicisitudes posibles de las ejemplares, qué condiciones de conservación han tenido, etc. Como se recordará, a lo largo de los años el Museo ha sufrido un recorrido muy irregular, superando momentos de gran abandono y olvido y viviendo períodos de expansión. Aun así, el Museo no tiene el reconocimiento ni la dotación económica que debiera, como se ha indicado; no recibe el apoyo social necesario ni el respaldo de las instituciones. Esto produce que en las colecciones aparezcan vacíos documentales, que perjudican en gran medida la posibilidad de permanencia o conservación de las mismas, debida a que esa ausencia de documentación puede derivar en una devaluación de la importancia de la pieza, destinándose por ello los recursos a otros especímenes mejor valorados.

**6. El conocimiento de los materiales constituyentes de las naturalizaciones** es uno de los aspectos más importantes tratados en este estudio, sin desmerecer los demás puntos. De esta documentación

material derivará el establecimiento de las pautas adecuadas de conservación y restauración de los especímenes. Materiales de naturaleza muy diversa (piel, metales, madera, policromías, plumas, vidrio, etc.) forman parte de estas piezas y debe conocerse su naturaleza para entender su comportamiento frente a los agentes de deterioro en grupo o de manera individual y de esta manera acometer tareas adecuadas de conservación. El trabajo realizado por los profesionales desde el punto de vista material también va influir inevitablemente en su representación estética y científica.

**7. Los métodos de análisis constituyen una ayuda primordial** para documentar la pieza y de esta manera conocer cuál es su composición, estado de conservación y grado de toxicidad entre otros.

**8. Las colecciones de historia natural en mayor o menor medida portan un grado de sustancias tóxicas** para el organismo que el profesional que se enfrenta a la conservación de este tipo de obras debe conocer, a fin de protegerse durante la manipulación y exposición de la pieza y acometer tareas de control y medida de los niveles de tóxicos medioambientales y metabólicos, desintoxicación de nuestro organismo e incluso de las piezas naturalizadas. Así mismo, se deben conocer los mecanismos de identificación de dichos compuestos y la legislación vigente en materia de tóxicos.

**9. Con respecto a los deterioros que pueden presentar estas piezas,** deben poderse identificar si son extrínsecos o intrínsecos, si se han producido antes de la naturalización (aspectos biológicos), durante el proceso de elaboración o con posterioridad. De esta manera podrá decidirse si se debe actuar sobre el medio, sobre el espécimen o bien, cuando estos deterioros son fruto de un estado previo del animal antes de morir, se debe valorar si es lícito intentar "disimularlos" o deben permanecer como instrumento biológico (mostrar los signos de un animal enfermo, desnutrido, etc.)

En el caso del MNCN-CSIC, los mayores deterioros que han sufrido las colecciones de historia natural han sido producidos por el ser humano, bien fruto de la dejadez que ha llevado a que las colecciones se fueran consumiendo poco a poco, bien por el hurto y expolio continuado que han sufrido sus fondos.

**10. Normativas y legislación:** Debemos conocer cuál es la normativa en este tipo de colección desde el punto de vista de la protección de la naturaleza, cómo gestionar los deshechos, toxicología y ámbito expositivo, entre otros aspectos para realizar una gestión e intervención adecuadas y correctas de acuerdo a la legislación nacional e internacional.

**11. Cómo ya se ha indicado,** esta investigación pretende colaborar en la protección de las colecciones científicas. Se plantean cuestiones desde el **punto de vista ético** porque entendemos que hoy en día algunas prácticas no están justificadas: la muerte o exposición de los animales con fines puramente estéticos deben ser revisadas en algunos casos. Esto no quiere decir que un animal naturalizado deba destruirse o caer en el abandono para cumplir estas premisas. Cumplen una función biológica que quizás aún no ha alcanzado su máximo "esplendor" y no se debe borrar la historia.

**12. Deben conocerse las herramientas de conservación** disponibles en el mercado y adoptar las más adecuadas a las características de nuestra institución y del aporte económico que ésta recibe. Por otro lado, es fundamental determinar qué metodologías de las que se están utilizando no están funcionando y cómo remediarlo.

Respecto al MNCN-CSIC, existe una concienciación clara de la necesidad de conservación de las colecciones entre los conservadores y preparadores del Museo. El inconveniente radica en la distancia existente entre lo que se necesita y lo que se tiene. Mientras el presupuesto no aumente, el personal del Museo deberá seguir improvisando, lo que hasta ahora han realizado de la mejor manera posible.

**13. Restauración:** Todas las tareas de restauración deben cumplir en la medida de lo posible los principios básicos contemplados para cualquier operación de este tipo: reversibilidad (retratabilidad), compatibilidad y en lo posible reconocibilidad. Así mismo, deben documentarse exhaustivamente las actuaciones, incluyendo fotografías en color veraces de los estados de conservación previos, el proceso de intervención y el resultado final. Todos los productos y metodologías empleadas deben ser citados rigurosamente, no de manera general, sino acompañándolo con mapas de daños donde se indique en que parte de cada pieza se ha utilizado cada producto. Por otro lado, debe realizarse un trabajo multidisciplinar como se ha indicado, ya que de otra manera podrían producirse con facilidad errores interpretativos sobre composición y deterioros, por ejemplo.

Un aspecto en el que debe hacerse especial hincapié es en que no está justificado el desmontaje de una pieza o la sustitución de sus partes debido a que muestre deterioros o errores anatómicos. Se debe respetar en todo momento su historicidad a no ser que este elemento esté poniendo en peligro la estabilidad de la obra en sí misma. En caso de eliminación de alguna parte, se debe documentar fotográficamente esta y conservarla en su totalidad si es posible o, sino, una muestra.

En esta tesis, tras la investigación documental se ha intentado contribuir a rellenar algunos vacíos existentes, también a nivel internacional, en materia de limpieza y de reconstrucción volumétrica de estas colecciones.

Por ello, desde el punto de vista de la limpieza, se ha investigado en la aplicación de geles y otros materiales similares en especímenes con un plumaje muy frágil. Entre estos productos se ha estudiado el agar-agar, el producto comercial "Cyber Clean" a base de goma guar, algunos adhesivos como el PVA y el alcohol polivinílico con una consistencia tal que permitiera realizar un pelado "*peeling*", una máscara de enmascaramiento de acuarela de la marca Talens a base de látex, y alginato dental. De todos estos productos, el que mejor resultado ha proporcionado a simple vista y también mediante examen con luz UV (disturbado de las barbas, depósito de residuos, grado de limpieza) ha sido el alginato dental, procediéndose a realizar estudios más exhaustivos sobre este material (MO, MEB-EDX, Cromatografía de gases, FTIR).

Como conclusión, se ha determinado que este material puede extraer sustancias naturales como grasas del aceite uropigial y proteína suelta del plumaje. El nivel de extracción de estos productos debe ser comparado con otros métodos de limpieza. Bajo microscopio óptico y de barrido se ha podido apreciar que es muy respetuoso con la morfología de la pluma, realizando una limpieza homogénea y muy adecuada. El estudio aún está abierto para determinar si podría constituir una alternativa fiable a otros métodos de limpieza.

Respecto a la reintegración volumétrica, no se han hallado referencias bibliográficas que refieran la reproducción de plumas de manera artificial. Por ello, se probó la realización de facsímiles por medios tradicionales de moldeado, con silicona para efectuar el registro y resina epoxi para la reproducción.

Aunque los vaciados han resultado muy verosímiles, proporcionando la silicona un registro muy detallado de la morfología de la pluma, este material resulta muy agresivo arrancando barbas sueltas de la zona de plumón. Para intentar paliar este problema se aplicó un recubrimiento temporal que no permaneciera en la pluma (ciclododecano) facilitando la extracción de la pluma del material moldeado causando menos deterioros. Como conclusión, se puede decir que si bien este no es un material adecuado para reproducir plumaje desde especímenes naturalizados, sí desde plumas de sacrificio. Este estudio aún permanece abierto probando otros materiales de moldeado más respetuosos como el alginato dental.

Para paliar el problema que supone utilizar un material de molde sobre el objeto original, se ha probado así mismo la reproducción digital en 3D capturando las imágenes con escáner de 3D, siendo de momento infructuoso este intento, ya que la zona de plumón no la reproduce de manera adecuada. Esta investigación aún se encuentra en proceso.

De estos estudios se han extraído enseñanzas que pueden resultar útiles a la conservación y restauración de objetos de arte u otras colecciones afines, como por ejemplo las etnográficas, en las que aparecen materiales no empleados en el arte tradicional más habitual y que pueden estar presentes en las colecciones de aves y mamíferos, como por ejemplo, tocados compuestos de plumas, momias, etc.

**14.** Por otra parte, de todo lo expuesto, se deduce la apertura de **nuevas vías de investigación** que avancen o completen el estudio llevado a cabo.

Este trabajo abre caminos a otros temas de investigación o la posibilidad de ampliar los que ya se han planteado en esta tesis como los siguientes:

- Estudio de tejidos (hilos, parches, reintegraciones volumétricas) aplicables a colecciones de historia natural
- Estudio de estucos y materiales de reintegración volumétrica aplicado a colecciones de historia natural. Sobre este aspecto, como se ha indicado, se han obtenido resultados satisfactorios, especialmente en lo que concierne a la reproducción de plumas.
- Moldeo de colecciones de historia natural con protecciones temporales (ciclododecano entre otros) o materiales de moldeado novedosos.
- Utilización de la tecnología 3D en la reproducción de algunas partes faltantes de los especímenes, de modo que para realizar la reproducción no sea necesario que el material de moldeado toque la pieza y, por tanto, se ponga en riesgo su color o brillo.
- Reproducción de materiales en 3D con morfología microscópica y una ordenación espacial compleja como plumaje y pelaje.
- Aplicación de geles semirígidos en limpieza de colecciones de historia natural y otros métodos de limpieza. Este aspecto también se ha desarrollado en este estudio, como ya se ha señalado, obteniéndose resultados satisfactorios con algunos materiales.
- Estudio de adhesivos aplicados a colecciones de historia natural.



- Eliminación o estabilización de la oxidación (corrosión) de armaduras sin dañar el conjunto.
- Estudio de elementos sustentantes como apoyo o sustitución si fuera imprescindible de las armaduras internas.
- Estudio morfológico y físico-químico de las colecciones del MNCN (radiografías, analíticas).
- Estudio de la documentación sobre las preparaciones de aves y mamíferos (metodología y materiales) en el archivo del MNCN (facturas, informes, etc.). Complementar la información asociada a las piezas del MNCN a través del estudio del archivo del MNCN, etc.
- Estudio de tóxicos y elaboración de protocolos de actuación frente a los mismos en el MNCN.
- Control de las medidas de conservación referentes a la temperatura, humedad e iluminación de piezas en exposición y almacenadas
- Estudio de otras colecciones en otras instituciones con piezas de la misma autoría que las existentes en el Museo, como por ejemplo las Colecciones montadas del Palacio de Riofrío realizadas por los hermanos Benedito.
- Restauración de las colecciones del MNCN.

La mayoría de estos puntos son inviables sin la aportación de un presupuesto mayor a la institución en materia de conservación y restauración de las piezas de las colecciones.

## ANEXO







## 19 ANEXO I

### **PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE RESTAURACIÓN DE EJEMPLARES NATURALIZADOS DE LAS COLECCIONES DE MAMÍFEROS, AVES Y REPTILES DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES**

#### **1.- OBJETO DEL PLIEGO:**

El objeto del presente pliego es definir las características técnicas, tareas y funciones del servicio de restauración de ejemplares naturalizados de las colecciones de Aves, Mamíferos y Reptiles del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN).

Asimismo, se definirán las particularidades del transporte de los ejemplares desde las dependencias del MNCN a su lugar de restauración y desde éste último de nuevo al MNCN.

También se enumeran las condiciones de los seguros a contratar para cubrir todas las eventualidades que puedan ocurrir a las piezas durante sus traslados y estancia fuera de las dependencias del MNCN

Código CPA: 36.63.90

Código CPV: 45454100-5

#### **2.- EJEMPLARES OBJETO DE RESTAURACIÓN Y SU VALORACIÓN:**

##### **2.1.- Ejemplares objeto de restauración.**

Debido a la cantidad de ejemplares objeto de restauración se dividirán los trabajos en varios Bloques.

Los Bloques en los que se dividirá el trabajo son los siguientes:

##### **Bloque 1.- Ejemplares ubicados en las vitrinas perimetrales del “Almacén Visible” emplazado en “El Cilindro”: 690 Ejemplares**

Piezas de mediano-gran tamaño de Mamíferos: **17**

Piezas de mediano-pequeño tamaño de Mamíferos: **78**

Piezas de pequeño tamaño de Mamíferos: **30**

Piezas de mediano- gran tamaño de Aves: **60**

Piezas de mediano- pequeño tamaño de Aves: **400**

Piezas de pequeño tamaño de Aves: **105**

##### **Bloque 2.- Ejemplares ubicados en las vitrinas exentas centrales del “Almacén Visible” emplazado en “El Cilindro” y en las vitrinas del pasillo a “El Cilindro”: 499 Ejemplares**

Piezas de mediano-gran tamaño de Mamíferos: **20**

Piezas de mediano-pequeño tamaño de Mamíferos: **15**

Piezas de pequeño tamaño de Mamíferos: **24**

Piezas de gran tamaño Aves: **13**

Piezas de mediano- gran tamaño de Aves: **22**

Piezas de mediano- pequeño tamaño Aves: **150**

Piezas de Pequeño tamaño de Aves: **255**

##### **Bloque 3.- Ejemplares destinados a vitrina individual nueva: 30 Ejemplares**

Piezas de gran tamaño de Mamíferos: **13**  
Piezas de mediano-gran tamaño de Mamíferos: **13**  
Piezas de gran tamaño de Aves: **4**

**Bloque 4.- Ejemplares de la colección de Herpetología: 150 Ejemplares**

Piezas de gran tamaño de Reptiles: **10**  
Piezas de mediano-gran tamaño de Reptiles: **12**  
Piezas de mediano-pequeño tamaño de Reptiles: **128**

**Bloque 5.- Ejemplares contenidos en vitrinas individuales: 184 Ejemplares contenidos en 56 Vitrinas**

Piezas de gran tamaño de Mamíferos: **2** contenidos en 2 vitrinas  
Piezas de mediano-gran tamaño de Mamíferos: **2** ejemplares contenidos en 1 vitrina  
Piezas de mediano-pequeño tamaño de Mamíferos: **12** ejemplares contenidos en 8 vitrinas  
Piezas de pequeño tamaño de Mamíferos: **6** ejemplares contenidos en 3 vitrinas  
Piezas de mediano- gran tamaño de Aves: **21** ejemplares contenidos en 6 vitrinas  
Piezas de mediano- pequeño tamaño de Aves: **36** ejemplares contenidos en 13 vitrinas  
Piezas de pequeño tamaño de Aves: **105** ejemplares contenidos en 23 vitrinas

**Bloque 6.- Ejemplares a restaurar en el MNCN sede Madrid: 69 Ejemplares**

Piezas de pequeño tamaño de Aves: **62**: 6 grupos contenidos en fanal de vidrio  
Piezas de gran tamaño de Mamíferos: **6**: Elefante Africano, Elefante Indio, Antílope Sable, Búfalo Cafre, Ciervo macho, León de Tara  
Piezas de mediano-gran tamaño: **1** Lobo Marsupial

**Bloque 7.- Ejemplares ubicados en las dependencias de Arganda del Rey: 221 Ejemplares**

Piezas de mediano-gran tamaño de Mamíferos: **6**  
Piezas de mediano-pequeño tamaño de Mamíferos: **25**  
Piezas de pequeño tamaño de Mamíferos: **14**  
Piezas de mediano- gran tamaño de Aves: **69**  
Piezas de mediano- pequeño tamaño de Aves: **74**  
Piezas de pequeño tamaño de Aves: **33**

**Explicación del Tamaño de las Piezas de Mamíferos, Aves y Reptiles:**

**Piezas de gran tamaño Mamíferos:**

Ejemplares del tipo de: Leones, Rinocerontes, Búfalos, Antílopes, Tigres

**Piezas de mediano-gran tamaño de Mamíferos:**

Ejemplares del tipo de: Gacelas, Cabras, Gamos, Tapir, Oryx Cimitarra, Jabalí, Puma, Hiena, Llama, oso

**Piezas de mediano-pequeño tamaño de Mamíferos:**

Ejemplares del tipo de: Chacal, Zorro, Lince, Monos, Gato montés

**Piezas de pequeño tamaño de Mamíferos:**

Ejemplares del tipo de: Marsupiales, Monos tití, Ardillas, Liebres

**Piezas de gran tamaño Aves:**

Ejemplares del tipo de: Avestruces, Ñandúes, Reas, Casuarios

**Piezas de mediano- gran tamaño de Aves:**

Ejemplares del tipo de: Buitres, Quebrantahuesos, Pelicano, Grullas, Garzas, Pingüinos, Águilas, Búho Real, Flamencos, Cóndor, Cisne, Urogallo, Avutarda

**Piezas de mediano- pequeño tamaño de Aves:**

Ejemplares del tipo de: Rapaces, Lechuzas, Patos,

**Piezas de pequeño tamaño de Aves:**

Ejemplares del tipo de: Pájaros, Rapaces Nocturnas, Loros, Charadriiformes, Palomas



**Piezas de gran tamaño de Reptiles:**

Ejemplares del tipo de: Cocodrilos de entre 2 y 4 metros, Culebras de entre 2 y 3 metros,

**Piezas de mediano-gran tamaño de Reptiles:**

Ejemplares del tipo de: Tortugas Marinas con un caparazón de entre 80 y 100 cm,

**Piezas de mediano-pequeño tamaño de Reptiles:**

Ejemplares del tipo de: Tortugas terrestres o marinas, Varanos, Lagartos de diferentes especies

**2.2.- Valoración.**

A continuación, y por Bloques, se indica la valoración estimada de las piezas con objeto de facilitar el cálculo del valor del transporte y de los correspondientes seguros:

**Bloque 1.-** Ejemplares ubicados en las vitrinas perimetrales del “Almacén Visitable” emplazado en “El Cilindro”: Valoración de los ejemplares del bloque: 1.335.500 €.

**Bloque 2.-** Ejemplares ubicados en las vitrinas exentas centrales del “Almacén Visitable” emplazado en “El Cilindro” y en las vitrinas del pasillo a “El Cilindro”: Valoración de los ejemplares del bloque: 907.000 €.

**Bloque 3.-** Ejemplares destinados a vitrina individual nueva: Valoración de los ejemplares del bloque: 133.000 €.

**Bloque 4.-** Ejemplares de la colección de Herpetología: Valoración de los ejemplares del bloque: 332.500 €.

**Bloque 5.-** Ejemplares contenidos en vitrinas individuales: Valoración de los ejemplares del bloque: 335.000 €.

**Bloque 6.-** Ejemplares a restaurar en el MNCN sede Madrid: Valoración de los ejemplares del bloque: 250.000 € (esta valoración está realizada en base a su permanencia en el Museo).

**Bloque 7.-** Ejemplares ubicados en las dependencias de Arganda del Rey: Valoración de los ejemplares del bloque: 474.000 €.

**3.- PRECIO DE LICITACIÓN:**

El precio máximo de licitación, incluyendo los trabajos de restauración, transporte y seguros “clavo a clavo” de los ejemplares será de **590.000** Euros, IVA e impuestos incluidos, con el siguiente desglose de anualidades:

Año 2008: 191.691,00 €.

Año 2009: 321.491,00 €.

Año 2010: 76.818,00 €.

**4.- PLAZO DE EJECUCIÓN:**

El plazo de ejecución será de 20 meses a partir del 1 de julio de 2008.

Para cada uno de los Bloques se establecen los siguientes plazos parciales. El inicio de cada plazo parcial será el día siguiente al de finalización del bloque anterior, excepto el bloque 1 que se iniciará el 1 de julio de 2008.

**Bloque 1.-** Ejemplares ubicados en las vitrinas perimetrales del “Almacén Visitable” emplazado en “El Cilindro”: **4 meses**

**Bloque 2.-** Ejemplares ubicados en las vitrinas exentas centrales del “Almacén Visitable” emplazado en “El Cilindro” y en las vitrinas del pasillo a “El Cilindro”: **4 meses**

**Bloque 3.-** Ejemplares destinados a vitrina individual nueva: **3 meses**

**Bloque 4.-** Ejemplares de la colección de Herpetología: **2 meses**

**Bloque 5.-** Ejemplares contenidos en vitrinas individuales: **3 meses**

**Bloque 6.-** Ejemplares a restaurar en el MNCN sede Madrid: **2 meses**

**Bloque 7.-** Ejemplares ubicados en las dependencias de Arganda del Rey: **2 meses**

**5.- LUGAR DE EJECUCIÓN DEL OBJETO DEL CONTRATO:**



Los trabajos de restauración se realizarán normalmente en los talleres del adjudicatario, que deberá contar con una zona de almacenaje acorde con las condiciones de conservación necesarias para el almacenamiento de ejemplares zoológicos naturalizados (temperatura, humedad, etc.). Su idoneidad será supervisada por el personal especializado del MNCN (Dirección Técnica).

Para los especímenes citados en el Bloque 6 el lugar de restauración será las dependencias del MNCN (sede de José Gutiérrez Abascal, 2 de Madrid). En caso de ser preciso y si las circunstancias así lo indican, se podrán desarrollar estos trabajos en otra de las dependencias del MNCN (almacén de Arganda del Rey).

Los traslados y seguros de las piezas correrán por cuenta del adjudicatario y sus características y coste se detallan en el apartado siguiente de Especificaciones Técnicas del Servicio

## **6.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SERVICIO:**

### **6.1.- Funciones y tareas a realizar.**

#### **6.1.1.- RESTAURACIÓN:**

- **Tareas ordinarias (Generales)**
  - Limpieza de la pieza.
  - Peinado de pelo o pluma.
- **Tareas a realizar cuando sea necesario:**
  - Reparación de grietas.
  - Enderezar estructura interna.
  - Repintado de partes blandas y duras (picos, uñas, pezuñas, morros ...).
  - Recuperación de la pérdida de relleno.
  - Teñido de pieles de mamíferos.
  - Cambio de ojos o instalación de ellos cuando no existan.
  - Aplicación de nuevo pelo y plumas.
  - Reposición de uñas, dientes, y escamas.
  - Barnizado y encerado de pieles y maderas.
  - Tratamientos de preservación (funguicidas, pesticidas ...).
  - Supresión de restauraciones anteriores erróneas.
  - Restauración de las peanas de madera originales.
  - Sustitución de las peanas sólo en caso de ser absolutamente necesario.
  - Restauración de las vitrinas, dioramas y terrenos originales.
  - Instalación de sistemas de movimiento en su caso: Ruedas, plataformas móviles, ...

#### **6.1.2.- TRASLADO DE LAS PIEZAS:**

El traslado de las piezas se llevará a cabo por Bloques, siendo la Dirección Técnica la que decida, en su caso, el traslado de dos o más Bloques a la vez y se encargue de la supervisión del traslado.

#### **El transporte incluye:**

- Fabricación de embalajes.
- Embalaje y recogida de ejemplares zoológicos naturalizados en las dependencias del MNCN de José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid y/o de Arganda del Rey (Madrid).
- Transporte, entrega y desembalaje de las obras en el taller de taxidermia, conservando en cada caso los materiales de embalaje y protección.
- Retirada de embalajes vacíos y almacenaje durante el período de duración de la restauración.
- Embalaje y recogida de los ejemplares en el taller del taxidermista una vez restaurados.
- Transporte, entrega y desembalaje de los ejemplares en los lugares indicados por la Dirección Técnica en el Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Retirada de los embalajes vacíos.
- Coordinación de traslados, obtención y cancelación de permisos, y realización de los trámites y demás gestiones necesarias, previo informe y tras aceptación de las condiciones propuestas a la Dirección Técnica del MNCN.
- **El embalaje, el transporte y todas las manipulaciones autorizadas de los ejemplares serán realizados por una empresa especializada en movimiento de obras de arte y/o ejemplares zoológicos naturalizados, con acreditada solvencia en el sector.**

#### **Características de los vehículos de transporte:**

El traslado de las obras por vía terrestre deberá realizarse en vehículos que reúnan las siguientes características:



- Capacidad adecuada al tamaño y número de los ejemplares a transportar en cada Bloque.
- Tamaño idóneo para circular por las localidades de origen y destino y de los accesos a los edificios donde se realizará la carga y descarga: (Madrid: C/José Gutiérrez Abascal, 2 y Arganda del Rey: Antigua carretera Madrid-Valencia Km 24,300) y el almacén del taller del taxidermista.
- Suspensión neumática.
- Carrocería blindada y con aislamiento térmico.
- Trampillas elevadoras.
- Paredes interiores con sistemas de agarre.
- Sistemas de control de temperatura y humedad controlables desde las cabinas..
- Sistemas de alarma y extinción de incendios.
- Sistemas de alarma contra intrusión.
- Teléfonos móviles.

#### 6.1.3.- SEGUROS

- Los ejemplares estarán asegurados durante todo el proceso de restauración y transporte mediante un seguro de los denominados de “Clavo a Clavo” que cubre el transporte de las dependencias del MNCN al almacén de la empresa de taxidermia-restauración y su vuelta al MNCN así como su estancia en dicho almacén.
- Asimismo la empresa de Taxidermia contará con su correspondiente seguro de responsabilidad civil que tendrá que cubrir el valor de tasación de los Bloques a restaurar durante el tiempo de estancia de los mismos en sus almacenes.
- Tanto el transporte y su seguro como la responsabilidad civil durante la prestación del servicio objeto de este contrato corresponderá a la empresa adjudicataria.

No será necesario mantener un seguro por la totalidad de la valoración de los ejemplares durante todo el plazo de ejecución, pero sí será obligatorio al comienzo de la ejecución de cada Bloque acreditar documentalmente tener los seguros correspondientes a la valoración de los ejemplares del Bloque correspondiente. Sin dichos seguros no se podrá iniciar la ejecución del Bloque incurriendo el adjudicatario en demora en la ejecución del contrato, pudiendo conllevar esta las penalizaciones correspondientes e incluso la resolución del contrato.

El licitador se comprometerá en su oferta a contratar los seguros indicados en esta cláusula para cada uno de los bloques de ejecución definidos por el plazo de su ejecución y por su valoración.

#### 6.2.- Metodología de las tareas a realizar.

Proyecto o estudio de la intervención que describa claramente el tratamiento técnico a seguir en cada una de las tareas generales de restauración, que consideren las más idóneas, reflejadas en el presente pliego.  
Aceptación de todas y cada una de las condiciones de transporte y seguros de los ejemplares tal y como se especifican en este pliego, así como acreditación de la forma en que proponen llevarlas a cabo.

No obstante, en la ejecución de los trabajos, la empresa adjudicataria vendrá obligada al cumplimiento del presente pliego.

##### 6.2.1. RESTAURACIÓN

- Las tareas de restauración se realizarán con técnicas y materiales reversibles, que puedan eliminarse si en el futuro nuevos criterios así lo recomiendan.
- La intervención sobre los especímenes será mínima, y siempre será necesaria y justificada.
- Todas las actuaciones deberán ser fieles al original referido tanto al ejemplar naturalizado como a la especie natural a la que representa.
- En principio se realizará una evaluación general de la pieza.
- La Limpieza de los ejemplares se realizará por medio de aire frío expelido o con aspiración sutil, siempre a favor de pelo y pluma.
- Para los lavados se utilizará: agua, etanol o acetonas. No se utilizará agua oxigenada (O<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) para el blanqueado de huesos u otros materiales.
- Para el desengrasado de pieles, plumas o huesos no se podrán emplear compuestos altamente tóxicos como el tricloro etileno.
- La colocación de las plumas y el peinado del pelo deberá realizarse en sentido a favor de las mismas.
- La hidratación de bordes de grietas se hará con vapor de agua o productos especiales.
- La fijación de las pieles agrietadas se realizará por medio de alfileres y clavos de acero galvanizado o inoxidable.
- Para coser pieles se emplearán agujas de acero inoxidable y sutura especializada.
- Los pegamentos utilizados en la sustitución o añadido de piel y plumas serán de fácil eliminación.
- También serán fácilmente removibles todos los productos empleados en el acabado de las piezas como barnices, resinas, gomas, ceras, etc.

- La eliminación de productos provenientes de tratamientos anteriores deberá llevarse a cabo mediante tratamientos inocuos para la pieza, de no ser así no se suprimirán.
- Todas las peanas que sustituyan a las que se consideren irre recuperables por la Dirección Técnica serán del mismo tipo en cuanto a forma y calidad de la madera.
- Los productos insecticidas, cuando se utilicen, deberán ser derivados de piretrinas, evitándose los compuestos nocivos para la salud humana.
- Para evitar la pérdida o equivocación de las etiquetas de los ejemplares se numerarán los ejemplares en la peana y se harán fotografías de los mismos en las que sean claramente legibles los datos de la etiqueta y su posición original en los ejemplares.
- En los conjuntos de ejemplares de pequeño tamaño mencionados en el bloque 6, se repararán los fanales de vidrio que los cubren o, en caso de no existir se procurarán unos nuevos.

## **6.2.2.- TRASLADO DE LAS PIEZAS**

- Todas las actuaciones relativas al traslado de los especímenes deberán tender a minimizar al máximo las vibraciones que ocurren durante el movimiento de los mismos.
- Deberán utilizarse medios mecánicos idóneos: Plataformas con ruedas, trampillas hidráulicas elevadoras, etc.
- Los embalajes estarán realizados en cartón o plástico, no teniendo que ser individuales para cada ejemplar, si bien el adjudicatario facilitará cuantos embalajes sean necesarios para el adecuado traslado de las piezas. La Dirección Técnica del MNCN supervisará el proceso.
- En ningún caso se envolverán con papel, plástico o telas los ejemplares de aves y mamíferos, que irán sujetos principalmente por su peana y con los sistemas de sujeción pertinentes.
- Asimismo las piezas irán aseguradas en los camiones de transporte de forma que se minimice el daño que pueden sufrir tanto las estructuras internas como externas de los especímenes por el movimiento o vibración.
- En el caso de transportar ejemplares o grupos de ellos incluidos en vitrinas de vidrio, éstas se protegerán con cintas anti-rotura.
- Durante la manipulación y el transporte de los fondos se procederá a su control, comprobando el número de inventario y registrando las piezas incluidas en cada contenedor. Cualquier incidencia que se produzca en las operaciones de transporte quedará consignada en el sistema documental que se esté utilizando.
- Para el transporte la empresa deberá aportar todo el material necesario para la correcta realización de cada uno de los trabajos, incluyendo mesas, focos, materiales de embalaje, alargadores de cable y medios mecánicos que fueran precisos.
- Como norma general, además de a las especificaciones aquí contenidas, se atenderá a las indicaciones dadas por los especialistas técnicos del MNCN, así como al cumplimiento de las normativas y recomendaciones vigentes relativas a la manipulación y traslado de obras de arte.
- Todos los procedimientos a seguir así como los medios y rutas de transporte deberán ser siempre sometidos a la aprobación previa de la Dirección Técnica del MNCN.

## **6.3.- Medios personales.**

Las empresas oferentes harán una relación de las personas integrantes del equipo de restauración indicando los trabajos previos realizados más relevantes, a su juicio, que acrediten su capacidad para la realización de las tareas asignadas dentro del mismo.

Las empresas oferentes indicarán en la Memoria Descriptiva de la ejecución del contrato el número de personas destinadas a la realización del objeto del mismo y su cualificación.

La empresa adjudicataria tendrá al personal a su cargo dentro de la Legislación vigente.

El personal que ejecute directamente el objeto del contrato deberá estar dado de alta en la Seguridad Social de acuerdo con la categoría laboral y convenio colectivo que le resulte aplicable.

## **6.4.- Medios técnicos y materiales.**

### **Características de los almacenes de ejemplares en el taller de la empresa adjudicataria:**

- Los almacenes en los que se guarden las piezas durante su restauración deberán ser lo suficientemente amplios para que los ejemplares dispongan de sitio para su correcta conservación. Asimismo serán de fácil acceso para evitar desperfectos en las mismas.
- Los especímenes restaurados no podrán estar en el mismo lugar que los no restaurados, ni en el taller donde se restauran las piezas.
- El lugar de almacenaje deberá tener las medidas necesarias para evitar que se produzcan incendios, daños por agua, vandalismo o robos.
- Los materiales de fabricación de los contenedores de las piezas, como estanterías o armarios, deberán asegurar la conservación de las mismas.
- La estructura de los almacenes deberá permitir, cuando se considere necesario, el tratamiento periódico de los especímenes con productos fumigantes.



- Las variaciones de humedad relativa del aire y temperatura deberán estar controladas para que resulten las mínimas posibles durante la estancia de las piezas.

En la Memoria Descriptiva, la empresa adjudicataria deberá indicar la organización y desarrollo de la programación de los trabajos que propone, para ejecutarlo de acuerdo con las cláusulas técnicas y los plazos previstos en la cláusula 4 de este Pliego, especificando las labores a realizar y los medios técnicos con los que cuenta.

Maquinaria, equipos, herramientas y productos serán por cuenta del adjudicatario.

Los medios técnicos, productos y materiales utilizados cumplirán las normativas de seguridad e higiene en el trabajo y la legislación vigente en temas medioambientales

La empresa adjudicataria deberá dar a conocer a la Dirección Técnica de la Vicedirección de Colecciones del MNCN la relación de materiales, con su denominación comercial, así como los sistemas o técnicas de intervención que se vaya a utilizar en todos y cada uno de los distintos procesos restauradores que se lleven a cabo en su ejecución, obligándose a la sustitución por otro distinto, si la dirección técnica determinase la falta de idoneidad del producto o material propuestos o del sistema o técnica de intervención.

## **7.- SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO:**

Para la correcta ejecución de las tareas objeto de este pliego existirá una Dirección Técnica formada por personal técnico de la Vicedirección de Colecciones del MNCN que se encargará de dar el visto bueno a los trabajos, controlar el seguimiento de los mismos mediante visitas periódicas, y solucionar los problemas técnicos que vayan apareciendo durante los trabajos.

Los procesos y tratamientos descritos anteriormente pueden estar sujetos a modificaciones, dependiendo de la respuesta de la propia obra. La Dirección Técnica, podrá durante el proceso de restauración, variar la metodología e incluso los materiales siempre que lo considere beneficioso para la propia obra, sin modificación presupuestaria alguna.

La empresa oferente describirá los sistemas de control y seguimiento que utilizará para garantizar la correcta ejecución del contrato, así como para asegurar una información puntual del desarrollo de los trabajos y de las incidencias que puedan producirse. Se valorarán principalmente los siguientes aspectos:

- La realización de informes y su periodicidad respecto al seguimiento de la ejecución del contrato.
- Certificado de conformidad con la norma ISO 9001:2000 vigente y adecuado al objeto del contrato; o en su defecto descripción del sistema de gestión de calidad implantado en la empresa.

Una vez finalizados los trabajos y siempre antes de que se celebre el acto de recepción, la empresa contratada entregará el informe final del tratamiento realizado, que incluirá toda aquella documentación gráfica y fotográfica en donde se detallen las sucesivas fases del proceso de restauración general y particular de cada pieza hasta llegar al resultado final. Asimismo, deberá hacerse constar el tratamiento efectuado en cada elemento, especificando materiales empleados.

En este sentido, la estructura del informe se deberá ajustar necesariamente y como mínimo, al siguiente esquema:

### **INFORME TIPO DE RESTAURACIÓN**

#### **1.- Ficha técnica del ejemplar:**

- a. Número de Catálogo del MNCN
- b. Nombre Científico tal como aparece en su etiqueta

#### **2.- Estado de conservación inicial**

- a. Posibles intervenciones anteriores
- b. Documentación fotográfica del estado inicial.
- c. Descripción de los desperfectos

#### **3.- Tratamiento realizado**

- a. Descripción completa del tratamiento realizado
- d. Productos empleados
- e. Información fotográfica del proceso

#### **4.- Estado de conservación final**

- b. Documentación fotográfica del estado final

c. Recomendaciones de mantenimiento futuro, en su caso

La documentación gráfica del trabajo realizado a cada pieza se realizará mediante fotografía digital que cumpla los siguientes requisitos de calidad:

- Deberán realizarse con una cámara de al menos 7 megapixels de sensor.
- Se deberá ajustar la máxima resolución y mínima compresión JPG (300 ppp) para las fotos iniciales y de proceso.

El Informe de Restauración se entregará al finalizar cada Bloque, junto con las fotografías correspondientes, en soporte informático.

Este informe se entenderá a todos los efectos como integrante de la prestación contratada.

## **8.- OTRAS CONDICIONES:**

En el transporte y manipulación de las piezas se tendrá en cuenta que:

- Las empresas licitadoras se desplazarán al MNCN con el fin de verificar las medidas de los accesos, así como los recorridos que conectan los accesos, los almacenes y las salas de la exposición.
- Las empresas licitadoras verificarán, a fin de elaborar su oferta, las posibles necesidades de medios humanos y/o mecánicos para la correcta manipulación de las piezas en los domicilios de recogida y devolución de las mismas. El MNCN entenderá que las empresas licitadoras han verificado estas necesidades y las han tomado en consideración a la hora de elaborar su oferta. Por tanto, el MNCN no asumirá los costes adicionales que pudieran sobrevenir como consecuencia del incumplimiento de este requerimiento.
- Los gastos que pudiera generar el incumplimiento del plan de viaje previamente aprobado por el MNCN repercutirán en la empresa adjudicataria.

La empresa adjudicataria correrá con el gasto que origine la adopción de las medidas de seguridad necesarias, como montaje de andamios, y demás requisitos que establezca la legislación vigente para garantizar el correcto desempeño de las tareas de restauración.

La empresa adjudicataria responderá de los daños causados a terceras personas, continente y contenido, cuando estos hayan sido originados por las personas que tengan a su cargo en el desempeño de sus funciones.

La empresa adjudicataria cumplirá las obligaciones empresariales que establece la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como la normativa y reglamentación que le sea de aplicación en su caso. Se evitará o reducirá en lo máximo posible, y siempre dentro de la legalidad, cualquier impacto ambiental, que el desarrollo del trabajo o actividad objeto del contrato pudiera generar.

## **9.- CERTIFICACIONES:**

Las empresas licitadoras que lo deseen, a efectos de emitir su proposición económica, podrán examinar los ejemplares a restaurar, previa solicitud al Departamento de Colecciones del MNCN, a fin de coordinar la visita.

Junto con las ofertas técnicas, también se valorará la presentación de una certificación de la Gerencia del MNCN en la que se haga constar que la empresa oferente conoce y ha comprobado las condiciones en las que se habrá de ejecutar el servicio que se contrata.

## **10.- FORMA DE PAGO:**

El abono del precio de contrato se efectuará en pagos parciales una vez acabado el trabajo de cada Bloque. Los importes correspondientes a cada pago parcial serán:

Bloque 1: 32,49 % del importe de adjudicación.  
Bloque 2: 22,52 % del importe de adjudicación.  
Bloque 3: 8,57 % del importe de adjudicación.  
Bloque 4: 9,20 % del importe de adjudicación.  
Bloque 5: 9,80 % del importe de adjudicación.  
Bloque 6: 4,40 % del importe de adjudicación.  
Bloque 7: 13,02 % del importe de adjudicación.

## **11.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA:**



MINISTERIO DE  
EDUCACIÓN Y  
CIENCIA



CONSEJO SUPERIOR  
DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS

La documentación técnica se presentará por duplicado en la forma exigida en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (cláusula 5.2) y debidamente firmada por el representante de la empresa.

Cuando sea posible, se incluirá en el sobre de documentación técnica una copia de dicha documentación en CD. Los ficheros tendrán el formato PDF o WORD. La inclusión de este CD no exime de la entrega de la documentación tal como requiere el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES





## 20 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

**Portada y portadillas.** Diseño de Verónica Gil Macarrón.

**Figura 1.** *Estructura histológica de la piel de los mamíferos* . [En línea]. Wikipedia (2015, 10 de octubre). Acné vulgaris. Disponible en [https://en.wikipedia.org/wiki/Acne\\_vulgaris](https://en.wikipedia.org/wiki/Acne_vulgaris)

**Figura 2.** *Estructura*

*histológica de la piel de las aves.* Ilustración de Aitor Pérez-Cuadrado..... **41**

**Figura 3.** *Dirección de crecimiento de la fibra en la piel.* Disponible en Haines, B.M. (2006). The fibre structure of leather. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 11-21). Londres, UK: Butterworth-Heinemann..... **43**

**Figura 4.** *Flamenco convertido en "estatua de sal" por causas naturales en lago Natrón. Tanzania.* [En línea]. Brandt, N. (2013) . Los misteriosos animales petrificados del lago Natrón. Disponible en [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131004\\_ciencia\\_galeria\\_animales\\_petrificados\\_lago\\_nick\\_brandt\\_np.shtml%20#2](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131004_ciencia_galeria_animales_petrificados_lago_nick_brandt_np.shtml%20#2) ..... **45**

**Figura 5.** *Dos momias de gatos. Antiguo Egipto.* El gato poseído. Poseído o no es mi gato. [En línea]. Disponible en <http://elgatoposeido.com/los-gatos-fueron-considerados-semi-dioses/> ..... **41**

..... **45**

**Figura 6.** *Curtido y tintado a mano de cuero en Fez (Marruecos)* O treco certo Novidades, curiosidades, humor, ideas. [En línea]. Disponible en <http://otrecocerto.com/tag/india/> ..... **55**

**Figura 7.** *"Penacho de Moctezuma". Museo Nacional de Antropología e Historia, México.* Quetzalapanecáyotl o el Penacho de Moctezuma. Cultura Colectiva. [En línea]. Disponible en <http://culturacolectiva.com/quetzalapanecayotl-o-el-penacho-de-moctezuma/> ..... **57**

**Figura 8.** *Ejemplo de pergaminos.* The blog of the Essex Record Office, the storehouse of Essex history. [En línea]. Disponible en <http://www.essexrecordofficeblog.co.uk/category/manorial-documents/> ..... **58**

**Figura 9.** *Parka inuit hecha con intestino de morsa.* [En línea]. Foto. de Beverly B. Dobbs. National Geographic. Flashback. Disponible en <http://ngm.nationalgeographic.com/flashback/2012#/0912-FB-eskimo-with-walrus-parka-670.jpg>..... **60**

**Figura 10.** *Nomenclatura de la piel.* Disponible en Ayala, E. (1948). *Manual del curtidor en cunicultura.* Ministerio de Agricultura. Servicio de Capacitación y propaganda. Madrid, España: Ministerio de Agricultura..... **66**

**Figura 11.** *Detalle de un gabinete de curiosidades.* Wikimedia commons [En línea]. Disponible en [https://en.wikipedia.org/wiki/Frans\\_Francken\\_the\\_Younger/](https://en.wikipedia.org/wiki/Frans_Francken_the_Younger/)  
<http://bilddatenbank.khm.at/viewArtefact?id=751> ..... **67**

**Figura 12.** *Grabado del Gabinete de Ferrante Imperato.* . Wikicommons [En línea]. Disponible en <http://museosvivos.educ.ar/indexa1c1.html?p=630>..... **68**

- Figura 13.** A. Dibujo batracios. F. Díaz, *Comisión del Pacífico*. B. Ave. José del Pozo. 1790. *Exp. Científica Malaspina (1789-1794)* C. Dibujo. Real Expedición botánica de Sessé y Mociño. D. Dibujo escarabajo. Real Expedición botánica de Sessé y Mociño. E. Miembros de la Expedición al Pacífico (1862-1866), F. Objetos de la Real Exp. Botánica de Sessé y Mociño. ....70
- Figura 14.** Algunos ejemplares de colibríes de la colección de Aves del MNCN-CSIC. Foto. de Rita Gil .71
- Figura 15.** Ejemplo de sombrero de dama con plumas de aves. La sombrerería de Lady Marlo [En línea]. Disponible en <http://lasombrereradeladymarlo.blogspot.com.es/2012/11/sombreros-con-plumas-1870-1920.html>.....72
- Figura 16.** Reproducción de “Dos años en la selva”. A *flight in the Treetops*. Ilustración de Charles Bradford Hudson. 1894 [En línea]. Disponible en <http://www.mirror-service.org/sites/gutenberg.org/4/0/1/0/40109/40109-h/40109-h.htm> .....73
- Figura 17.** Mamíferos: A. *Espécimen individual*, B. *Grupo biológico*, C. *Diorama*. A) Foto. Rita Gil. B). [En línea]. La ruta de los museos. (2010, 29 de abril). Exposición Grandes Carnívoros en el MNCN. Disponible en [http://rutadelosmuseos.blogspot.com.es/2010\\_04\\_01\\_archive.html](http://rutadelosmuseos.blogspot.com.es/2010_04_01_archive.html) C) [En línea]. American Museum of Natural History. Disponible en <http://tumblr.amnh.org/post/32691991630/how-do-you-re-create-the-moon-shadows-seen-on-a>.....74
- Figura 18.** Aves: A. *Espécimen individual*, B. *Grupo biológico*, C. *Diorama*. A) [En línea]. Libertad Digital (2014, 30 Abril). Exposición de van Berkhey en el MNCN. Disponible en <http://www.libertaddigital.com/fotos/museo-ciencias-naturales-berkhey-tecnociencia-1007644/Pato-mandarin.jpg.html> B). Foto. Rita Gil. C). ....75
- Figura 19.** American Museum of Natural History, Biodiversity. [En línea]. Wikimedia. Disponible en [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:American\\_Museum\\_of\\_Natural\\_History\\_Biodiversity\\_Hall\\_anagoria.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:American_Museum_of_Natural_History_Biodiversity_Hall_anagoria.JPG).....78
- Figura 20.** Ejemplo de visitas de colegios. [En línea]. Seaburypioners. (2014, 27 de marzo). Smart education for smart kids. Disponible en [http://seaburyschoolexplorers.blogspot.com.es/2014\\_03\\_01\\_archive.html](http://seaburyschoolexplorers.blogspot.com.es/2014_03_01_archive.html) .....82
- Figura 21.** Estudio forense de aves en choques aéreos con éstas [En línea]. Natural History Highlight CSI for Birds: Scientists Use Forensic Techniques to Improve Airport Safety. Story by NMNH IT Web Intern Christine Hoekenga (Septiembre 2007). Disponible en <http://www.mnh.si.edu/highlight/feathers>.....83
- Figura 22.** El rinoceronte de Durero. 1515. [En línea]. Mesa Revuelta. (2009, 27 enero). Disponible en [http://www.emblematica.com/blog/2009/01/el-poder-de-las-imagenes-notas-para-una\\_27.html](http://www.emblematica.com/blog/2009/01/el-poder-de-las-imagenes-notas-para-una_27.html) .....86
- Figura 23.** Hipopótamo de la Galería Uffizi, considerado durante años el mamífero más antiguo. [En línea]. Disponible en [www.musesplorando.it](http://www.musesplorando.it).....87
- Figura 24.** El caballo del archiduque Alberto, en el Museo de Ejército (Bruselas), muerto en la batalla de Nieupoort en 1600. Disponible en Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste*. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot .....87

- Figura 25.** *Loro de la Duquesa de Richmond. 1702.* Disponible en Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste*. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot. .... **88**
- Figura 26.** *Rowland Ward.* Disponible en Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste*. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot. .... **90**
- Figura 27.** *General Custer cazando un oso durante una de sus campañas.* [En línea]. Oh Zoey's Log . Billings Redux (Mayo, 2010). Disponible en <https://ohzoey.files.wordpress.com/2010/05/custer-bear-hunt.jpg> ..... **91**
- Figura 28.** *Dodo en Alicia en el País de las Maravillas. Sir John Tenniel (1820–1914), "The Caucus Race".* [En línea]. Disponible en <http://imageweb-cdn.magnoliasoft.net/britishlibrary/supersize/073344.jpg> ..... **92**
- Figura 29.** *Walter Potter: "Rabbits' School" s. XIX.* [En línea]. Pat Morris Walter Potter and His Curious Taxidermy. Disponible en <https://curiouscongress.wordpress.com/2014/01/08/pat-morris/>..... **93**
- Figura 30.** *Ejemplo de jackalope* [En línea]. Wikimedia. disponible en <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wolpertinger-praeparat.jpg> ..... **94**
- Figura 31.** *Distintos manuales de taxidermia de los siglos XVIII y XIX. A). B). Aladdin's Lamp. (26 julio de 1913). Manuel du Naturaliste Préparateur, by Pierre Boitard, 1835. . Disponible en <https://www.nlm.nih.gov/exhibition/buildingnlm/aladdin.html> C). Anleitung zum Ausstopfen und Aufbewahren der Vögel und Säugethiere : aus eignen Grundsätzen und Erfahrungen und denen von sachkundigen Männern geschöpft. (1799). by Bekker, Georg; Wittich, L. C.. Disponible en <http://archive.org/details/@associate-daniel-euphrat?and%5B%5D=subject%3A%22Mammals%22>..... **96***
- Figura 32.** *Obra de Claire Morgan: Fantastic Mr Fox.* Marina Galperina. 12 Contemporary Taxidermy Artists Who Aren't Damien Hirst. [En línea]. Disponible en <http://flavorwire.com/168724/taxidermy-art...> **97**
- Figura 33.** *Martha Maxwell. Rachel Walman. Martha Maxwell's Menagerie: The Story of a Nineteenth Century Woman Naturalist* [En línea]. Disponible en <http://historydetectives.nyhistory.org/2014/04/martha-maxwells-menagerie-the-story-of-nineteenth-century-woman-naturalist/>..... **98**
- Figura 34.** *Taller Brañosa.* Imagen cedida por Luis Castelo Sardina..... **100**
- Figura 35.** *Ternero "monstruoso" fruto de una malformación. MNCN. Archivo MNCN-CSIC*..... **102**
- Figura 36.** *Membrete de la Casa Severini. A) Todocolección. Factura: viuda de Ángel Severini, preparaciones de historia natural, Zorrilla, 4 - Madrid 1916. Consultado en diciembre de 2014. Disponible en <http://www.todocoleccion.net/factura-viuda-angel-severini-preparaciones-historia-natural-zorrilla-4-madrid-1916~x23061019> B) Archivo General de Palacio Real (Patrimonio Nacional). Legajo. 5228-13.* **103**
- Figura 37.** *Colección zoológica de la Universidad de León.* [En línea]. Mamíferos naturalizados, conservados en el almacén de la Colección Zoológica de la Universidad de León. Disponible en <http://www.dicyt.com/viewItem.php?itemId=25683>..... **105**
- Figura 38.** *Obra del taxidermista español Antonio Pérez* [En línea]. Motrildigital (2012, 19 octubre). Motril acoge la exposición 'Naturaleza, arte y ciencia: taxidermia para la educación . Disponible en <http://motrildigital.blogia.com/temas/noticias/pagina/518/> ..... **105**



<b>Figura 39.</b> José María y Luis Benedito preparando un lobo en el taller del Museo. Archivo MNCN-CSIC .....	109
<b>Figura 40.</b> Mariano de la Paz Graells con unos alumnos. s. f. Archivo MNCN-CSIC .....	109
<b>Figura 41.</b> Real Casa de Fieras de Madrid (1913). [En línea]. Archivo ABC. Disponible en <a href="http://www.abc.es/fotos-madrid/20130409/imagenes-historicas-antigua-casa-118350.html">http://www.abc.es/fotos-madrid/20130409/imagenes-historicas-antigua-casa-118350.html</a> . ....	111
<b>Figura 42.</b> Algunos mamíferos naturalizados del MNCN. Foto. de Rita Gil. ....	112
<b>Figura 43.</b> Okapi del MNCN montado en Bruselas por Opdenbosch en 1905 Negativo en placa; 9 x 7 cm. Archivo MNCN-CSIC. Signatura ACN004/002/08838. Disponible en <a href="http://bvirtual.bibliotecas.csic.es">http://bvirtual.bibliotecas.csic.es</a> .....	113
<b>Figura 44.</b> Dibujo de Pedro Franco Dávila. Atribuido a Antonio María Lecuona Echániz. [En línea]. Disponible en <a href="http://www.bermon.es/ocioycultura/?cat=10">http://www.bermon.es/ocioycultura/?cat=10</a> .....	116
<b>Figura 45.</b> Recreación del Real Gabinete de Dávila. MNCN [En línea]. MNCN. Visita virtual. Disponible en <a href="http://mncngabinete.s3.amazonaws.com/scb/MNCNGabineteES.html">http://mncngabinete.s3.amazonaws.com/scb/MNCNGabineteES.html</a> .....	116
<b>Figura 46.</b> Palacio Goyeneche. Dibujo de Diego de Villanueva [En línea]. Alberteo de churriguera, en orgaz . Disponible en <a href="http://www.villadeorgaz.es/orgaz-personajes-churriguera-obras.html">http://www.villadeorgaz.es/orgaz-personajes-churriguera-obras.html</a> .....	116
<b>Figura 47.</b> Algunas piezas del Tesoro del Delfín, propiedad hoy del Museo del Prado. [En línea] Tesoro del Delfín. Disponible en <a href="https://www.museodelprado.es/coleccion/artes-decorativas/tesoro-del-delfin/y_C">https://www.museodelprado.es/coleccion/artes-decorativas/tesoro-del-delfin/y_C</a> Disponible en <a href="https://www.flickr.com/photos/carlosreusser/2931716380">https://www.flickr.com/photos/carlosreusser/2931716380</a> .....	117
<b>Figura 48.</b> Megaterio del MNCN. [En línea]. Disponible en <a href="http://www.sam.mncn.csic.es/conferencias1.php?idconferencia=185">http://www.sam.mncn.csic.es/conferencias1.php?idconferencia=185</a> .....	118
<b>Figura 49.</b> Algunos componentes de la Expedición del Pacífico. Comisionados. [En línea]. Disponible en <a href="http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Itinerantes_expolitinerantes-Pacificolnedito/seccion=1184&amp;idioma=es_ES&amp;id=2010070711450001&amp;activo=11.do">http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Itinerantes_expolitinerantes-Pacificolnedito/seccion=1184&amp;idioma=es_ES&amp;id=2010070711450001&amp;activo=11.do</a> .....	119
<b>Figura 50.</b> Palacio de las Artes y la Industria. 1887. Actual sede del MNCN [En línea]. Urban Idade. Disponible en <a href="https://urbancidades.wordpress.com/2011/03/">https://urbancidades.wordpress.com/2011/03/</a> .....	120
<b>Figura 51.</b> <i>Diplodocus Carnagii</i> . Archivo MNCN-CSIC.....	121
<b>Figura 52.</b> Exposición permanente Biodiversidad. [En línea]. Ría de Ribadeo. (6 de julio de 2012). Exposición "Biodiversidad" en el MNCN. Disponible en <a href="http://ria-de-ribadeo.blogspot.com.es/2012/07/exposicion-biodiversidad-en-el-mncn.html">http://ria-de-ribadeo.blogspot.com.es/2012/07/exposicion-biodiversidad-en-el-mncn.html</a> .....	<b>Figura</b>
<b>53.</b> Esqueleto de la Ballena Rorcual. [En línea]. Barrios de Madrid. Museo de Ciencias Naturales de Madrid (9 febrero de 2015). Disponible en <a href="http://barriosdemadrid.net/museo-de-ciencias-naturales-de-madrid/">http://barriosdemadrid.net/museo-de-ciencias-naturales-de-madrid/</a> .....	125
<b>Figura 54.</b> Exposición permanente Minerales, Fósiles y Evolución Humana. [En línea]. MNCN (s.f.). Exposiciones permanentes. Minerales, fósiles y evolución humana. Disponible en <a href="http://www.mncn.csic.es/docs/2010/06/24/10380001_47_4_0_30_gra.jpg">http://www.mncn.csic.es/docs/2010/06/24/10380001_47_4_0_30_gra.jpg</a> .....	125

<b>Figura 55.</b> <i>Diagrama de la composición del MNCN-CSIC. Realizado por Rita Gil</i> .....	<b>126</b>
<b>Figura 56.</b> <i>Diagrama con la composición de la Colección de aves. Realizado por Rita Gil</i> .....	<b>128</b>
<b>Figura 57.</b> <i>Diagrama con la composición de la Colección mamíferos. Realizado por Rita Gil</i> .....	<b>129</b>
<b>Figura 58.</b> <i>Colección de pieles de estudio. MNCN. Foto. de Rita Gil</i> .....	<b>130</b>
<b>Figura 59.</b> <i>Colección huesos. MNCN. Foto. de Rita Gil</i> .....	<b>131</b>
<b>Figura 60.</b> <i>Huevos. MNCN. Disponible en MNCN (2001). Memoria 1998-2000 Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España: Ignacio de la Riva</i> .....	<b>131</b>
<b>Figura 61.</b> <i>Mono conservado en fluido. MNCN [En línea]. Merino, A. (2000, 29 de julio) El otro arca. El magazine del mundo. Nº 44. Disponible en <a href="http://www.elmundo.es/magazine/m44/textos/arca.html">http://www.elmundo.es/magazine/m44/textos/arca.html</a> [2003, 19 agosto].</i> .....	<b>132</b>
<b>Figura 62.</b> <i>Reproducción en escayola de la cabeza, una pata y un hueso del Dodo de Mauricio. MNCN. Foto Rita Gil</i> .....	<b>133</b>
<b>Figura 63.</b> <i>Molde y reproducción en escayola de la cabeza del elefante africano realizado por Luis Benedito. Archivo MNCN-CSIC</i> .....	<b>134</b>
<b>Figura 64.</b> <i>Dibujo a tamaño natural del elefante africano. Archivo MNCN-CSIC</i>	<b>Figura 65.</b>
<i>Boceto para el antílope sable. Archivo MNCN-CSIC</i> .....	<b>135</b>
<b>Figura 66.</b> <i>Distintos tipos de relleno del laboratorio de taxidermia del MNCN. Foto. de Rita Gil</i> .....	<b>135</b>
<b>Figura 67.</b> <i>Vitrinas del almacén visitable del MNCN. [En línea]. Sinc (2010, 29 de enero). El Almacén de Aves y Mamíferos del Museo Nacional de Ciencias Naturales abre sus puertas al público. Disponible en <a href="http://www.agenciasinc.es/Multimedia/Fotografias/El-Almacen-de-Aves-y-Mamiferos-del-Museo-Nacional-de-Ciencias-Naturales-abre-sus-puertas-al-publico">http://www.agenciasinc.es/Multimedia/Fotografias/El-Almacen-de-Aves-y-Mamiferos-del-Museo-Nacional-de-Ciencias-Naturales-abre-sus-puertas-al-publico</a></i> .....	<b>138</b>
<b>Figura 68.</b> <i>Vitrina de avetoro común con recreación del entorno. Foto. de Rita Gil</i> .....	<b>138</b>
<b>Figura 69.</b> <i>Elefante asiático. Juan Bautista Bru. Piel montada. [En línea]. Visita virtual. Disponible en <a href="http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Visitasvirtuales/seccion=1187&amp;idioma=es_ES.do">http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Visitasvirtuales/seccion=1187&amp;idioma=es_ES.do</a></i> .....	<b>143</b>
<b>Figura 70.</b> <i>Elefante asiático Juan Bautista Bru. Esqueleto montado. Página Museo</i> .....	<b>144</b>
<b>Figura 71.</b> <i>Costura abierta del elefante asiático de Bru Imagen cedida por Luis Castelo Sardina</i> .....	<b>144</b>
<b>Figura 72.</b> <i>Estado previo (superior) y resultado de la restauración (inferior). Imágenes cedidas por Luis Castelo Sardina</i> .....	<b>145</b>
<b>Figura 73.</b> <i>Flamenco rosa. 1891. Anónimo. Fotografías de Luis Castelo Sardina y montaje de Rita Gil</i> ...	<b>147</b>
<b>Figura 74.</b> <i>Radiografía del flamenco rosa. Centro Militar de Veterinaria de la Defensa</i> .....	<b>147</b>
<b>Figura 75.</b> <i>Armazón del toro de Veragua. Archivo MNCN-CSIC</i>	<b>Figura 76.</b> <i>Cuerpo dermoplástico. Archivo MNCN-CSIC</i> .....
	<b>148</b>

<b>Figura 77.</b> <i>Fijación de la piel al cuerpo de escayola con alfileres por Luis Benedito.</i> Archivo MNCN-CSIC.	149
<b>Figura 78.</b> <i>Estado previo (izquierda) y resultado de la restauración (derecha).</i> Imágenes cedidas por Luis Castelo Sardina.	149
<b>Figura 79.</b> <i>Exposición del Museo del Prado "Historia Naturales".</i> [En línea]. Fernández, T. (2013, 22 de noviembre). Periodistas en español. com. Disponible en <a href="http://periodistas-es.com/museo-del-prado-historias-naturales-una-exposicion-diferente-23406">http://periodistas-es.com/museo-del-prado-historias-naturales-una-exposicion-diferente-23406</a>	149
<b>Figura 80.</b> <i>Distintas vistas del diorama abejarucos de José María Benedito.</i> Jesús Muñoz y Fernando Señor. Disponible en Aragón, S. (2012). <i>Fauna Ibérica en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. Los grupos biológicos de los hermanos Benedito.</i> Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas	150
<b>Figura 81.</b> <i>Extracción de un nido de abejaruco en el Monte del Pardo..</i> Archivo MNCN-CSIC.	151
<b>Figura 82.</b> <i>Tylacino de Rowland Ward. Foto antigua y en la actualidad- A).</i> Archivo MNCN-CSIC B). Foto. Rita Gil	151
<b>Figura 83.</b> <i>Detalle del pico</i> [En línea]. Pérez de Ana. M. Disponible en <a href="http://marismasdesantona.blogspot.com.es/2014/01/alca-gigante-la-historia-de-su-extincion.html">http://marismasdesantona.blogspot.com.es/2014/01/alca-gigante-la-historia-de-su-extincion.html</a>	152
<b>Figura 84.</b> <i>Alca gigante con el pico de madera policromada</i> [En línea]. Pérez de Ana. M. Disponible en <a href="http://marismasdesantona.blogspot.com.es/2014/01/alca-gigante-la-historia-de-su-extincion.html">http://marismasdesantona.blogspot.com.es/2014/01/alca-gigante-la-historia-de-su-extincion.html</a>	152
<b>Figura 85.</b> <i>Cuerpo de escayola (dermoplastia).</i> Archivo MNCN-CSIC	<b>Figura 86.</b> <i>El elefante en la actualidad en la exposición.</i> Foto. Rita Gil
	153
<b>Figura 87.</b> <i>Elefante durante su restauración en 2010.</i> Imagen cedida por Luis Castelo Sardina	154
<b>Figura 88.</b> <i>Proceso de elaboración del antílope sable.</i> Archivo MNCN-CSIC	156
<b>Figura 89.</b> <i>Estado de la pieza en 2010 antes de su restauración.</i> Imagen cedida por Luis Castelo Sardina	156
<b>Figura 90.</b> <i>Chulin retozando en el Zoo.</i> [En línea]. Disponible en <a href="http://www.pueblos-espana.org/comunidad+de+madrid/madrid/madrid/711345/">http://www.pueblos-espana.org/comunidad+de+madrid/madrid/madrid/711345/</a>	<b>Figura 91.</b> <i>Chulin naturalizado.</i> MNCN. Imagen cedida por Elena López Errasquín
	157
<b>Figura 92.</b> <i>Leopardo de las nieves. MNCN. Taxidermia Garoz.</i> A) Foto de Rita Gil B) Taxidermia Garoz [En línea] Disponible en <a href="http://www.garoz.com/portfolio/restauraciones/">http://www.garoz.com/portfolio/restauraciones/</a>	158
<b>Figura 93.</b> <i>Pezuñas de un Ciervo del MNCN.</i> Foto. Rita Gil	160
<b>Figura 94.</b> <i>Portada Systema Naturae de Lineo</i> [En línea]. Thinglink. (2015). Disponible en <a href="http://www.northoftheridge.com/wp-content/uploads/Slide21.jpg">http://www.northoftheridge.com/wp-content/uploads/Slide21.jpg</a>	<b>Figura 95.</b> <i>Retrato de Carl Von Lineo.</i> Alexander Roslin, 1775. Wikimedia Commons (2015, 9 de enero). Disponible en <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl_von_Linn%C3%A9.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl_von_Linn%C3%A9.jpg</a>
	161

- Figura 96.** *Anatomía externa de una paloma, columbidae* [En línea]. Mis amigas las palomas. Disponible en <http://www.misamigaslaspalomas.com/2011/06/1-anatomia-y-algunas-caracteristicas.html> ..... 166
- Figura 97.** *Anatomía interna de una paloma. esqueleto* [En línea]. Mis amigas las palomas. Disponible en <http://www.misamigaslaspalomas.com/2011/08/anatomia-paloma-arte-de-vuelo-y-cria.html> ..... 167
- Figura 98.** *Distribución de los dedos más comunes en aves* [En línea]. Colombia curiosa. Disponible en <http://colombiacuriosa.blogspot.com.es/2010/01/cucarachero-de-laguna.html/> ..... 167
- Figura 99.** *Tipos de plumas del ala.* [En línea]. Disponible en <http://www.periquitos-australianos.com/anatomia/plumas.html> ..... 169
- Figura 100.** *Adaptaciones de los picos para la alimentación.* [En línea]. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Pico\\_\(zoolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Pico_(zoolog%C3%ADa)) ..... 170
- Figura 101.** *Mirlo común, Turdus merula.* [En línea]. Petreraldia. Disponible en <http://petreraldia.com/mundo-natural/fotografias/estalla-la-primavera-3.html> ..... 173
- Figura 102.** *El diamante mandarín, Taeniopygia guttata, exhibe dos "coloretos" en las mejillas a base de feomelanina.* [En línea]. Paraíso, J.M. (14 Noviembre 2009). Disponible en <https://www.flickr.com/photos/8065988@N06/4110070374/> ..... 173
- Figura 103.** *Canario común, Sicalis flaveola.* [En línea]. Wikimedia. Disponible en [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CANARIO-DA-TERRA-VERDADEIRO\\_\(Sicalis\\_flaveola\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CANARIO-DA-TERRA-VERDADEIRO_(Sicalis_flaveola).jpg) ..... 174
- Figura 104.** *Turaco violácea, Musophaga violácea, con el color púrpura característico de la cresta provocado por la turacina.* [En línea]. Disponible en <http://i.ytimg.com/vi/NQTfbkz9pmc/maxresdefault.jpg> ..... 175
- Figura 105.** *Colores iridiscentes del plumaje de un colibrí.* [En línea]. HB. Colibrí o picaflor. Características e información sobre aves argentinas. Disponible en <http://historiaybiografias.com/colibri/> ..... 177
- Figura 106.** *Color azul, estructural no iridiscente en un arrendajo azul, Cyanocitta cristata.* . [En línea]. Carlos ASM'S Blog. (13-03-2010). Disponible en <https://karlosasm.wordpress.com/2010/03/13/> ..... 178
- Figura 107.** *Color cosmético a base de óxidos de hierro en un Quebrantahuesos, Marcha cicloturista.* [En línea]. (2013). Wallpapers. Disponible en <http://es.forwallpaper.com/wallpaper/backgrounds-wallpaper-cute-flamingo-bird-retro-birds-gallery-1100030.html> ..... 179
- Figura 108.** *Color biocromo (carotenoides) y color cosmético a través del aceite uropigial en un flamenco.* [En línea]. (2013). Wallpapers. Disponible en <http://es.forwallpaper.com/wallpaper/backgrounds-wallpaper-cute-flamingo-bird-retro-birds-gallery-1100030.html> ..... 179
- Figura 109.** *Características de los distintos mamíferos.* ..... 182
- Figura 110.** *Distintos grupos que conforman los mamíferos.* [En línea]. Safa Écija noticias (s.f.). Clasificación de los mamíferos (adaptación de la tabla) . Disponible en <http://www.safaecija.org/articulos/mamiferos/CLASIFICACION%20DE%20LOS%20MAMIFEROS.htm> ..... 184

- Figura 111.** *Distintas conformaciones de las patas de los mamíferos.* [En línea]. Icarito (2010, 17 de marzo). El pie de los mamíferos. Disponible en <http://www.icarito.cl/herramientas/despliegue/laminas/2009/12/376-601731-3-el-pie-de-los-mamiferos.shtml> ..... 185
- Figura 112.** *Esqueleto de mamífero* ..... 186
- Figura 113.** *Patrón agutí.* A). [En línea]. Giant chinchilla. Rabbit Association. (2009). Disponible en <http://www.giantchinchillarabbit.com/photoevaluatingyourgc.htm> B). Disponible en [http://www.els4gats.com/cas/apuntes\\_gen.html](http://www.els4gats.com/cas/apuntes_gen.html) ..... 187
- Figura 114.** *Pelaje de invierno y de verano de la liebre ártica, *Lepus arcticus*.* A). [En línea]. Small ship safaris blog (2014, 20 de marzo). The article hare. Disponible en [http://smallshipsafaris.com/arctic\\_hare/](http://smallshipsafaris.com/arctic_hare/). B) [En línea] Wallpaper up (s.f.). Disponible en [http://www.wallpaperup.com/467040/ARCTIC\\_HARE\\_rabbit\\_rabbit.html](http://www.wallpaperup.com/467040/ARCTIC_HARE_rabbit_rabbit.html) ..... 188
- Figura 115.** *Contracoloración en un delfín común, *Delphinus delphis* (A) y un castor canadiense, *Lontra canadensis* (B).* B) De Animalia, Enciclopedia animal. (2008). Disponible en <http://deanimalia.com/rioslagosypantanosnutria.html> ..... 188
- Figura 116.** *Distintos aspectos de la pluma.* [En línea]. Cetrería MC (2015, 5 de junio). Disponible en <http://cetreriamc.com/la-pluma-la-muda/> ..... 197
- Figura 117.** *Manera en la que se unen las barbas entre sí.* [En línea] El dominio del aire. Navarro, A. y Benítez, H. III. plumas y plumajes. La ciencia para todos. (1995). Disponible en [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/138/htm/sec\\_8.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/138/htm/sec_8.htm) ..... 197
- Figura 118.** *Abubilla, *Upupa epops*, con penacho.* [En línea]. NatureGate (2015). Abubilla. Disponible en <http://www.luontoportti.com/suomi/es/linnut/abubilla>
- Figura 119.** *Buho real, *Bubo bubo*, con orejas.* Wikimedia Commons. (2014, 13 de junio). Disponible en [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bubo\\_Bubo\\_Pelz.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bubo_Bubo_Pelz.jpg) ..... 198
- Figura 120.** *Discos faciales en el Carabo lapón, *Strix nebulosa*.* [En línea]. drapiezniki.pl . Disponible en <http://drapiezniki.pl/547-puszczyk-mszarny.html> ..... 198
- Figura 121.** *Distintos Búhos Reales naturalizados con las orejas agachadas (A) o levantadas (B).* A) B) Foto. Rita Gil ..... 199
- Figura 122.** *Pterylosis.* Disponible en Hudon J. (2005). Considerations in the Conservation of Feathers and Hair, Particuarly their pigments. In: M Brunn M and J Bums, eds. Fur Trade Legacy: the Preservation of Organic Materials, Canadian Assoeiation for Conservation of Cultural Property, 17-18 May, 2005 Jasper, Canada, pp 127-147. .... 199
- Figura 123.** *Interior del hueso de un ave* [En línea]. BBC mundo (2012, 28 de noviembre). Tesoros del Museo de Historia Natural de Londres Disponible en [http://ichef-1.bbci.co.uk/news/ws/560/amz/worldservice/live/assets/images/2012/11/26/121126102754\\_amoabone.jpg](http://ichef-1.bbci.co.uk/news/ws/560/amz/worldservice/live/assets/images/2012/11/26/121126102754_amoabone.jpg) ..... 200

<b>Figura 124.</b> Interior de un pico de tucán <i>toco</i> <i>Ramphastos toco</i> y de un Calao rinoceronte <i>Buceros rhinoceros</i> . [En línea]. Ask doctor vector. (2006, 24 de abril) Bird parts. Disponible en <a href="http://drvector.blogspot.com.es/2006/04/bird-parts_24.html">http://drvector.blogspot.com.es/2006/04/bird-parts_24.html</a> .....	<b>201</b>
<b>Figura 125.</b> Pavo cuya estructura es mitad alambre, mitad esqueleto. Disponible en Kish, J (1980). The Jonas technique, volume one. Bird mounting. (2ª ed). EEUU: Onno Van Veen .....	<b>203</b>
<b>Figura 126.</b> Radiografía loro Duquesa de Richmond. Disponible en: Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot. <b>Figura 127.</b> Radiografía águila Real Hermanos Benedito. Facultad de Veterinaria (UCM) .....	<b>203</b>
<b>Figura 128.</b> Distintos rellenos de un ave. Disponible en: Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot. ....	<b>204</b>
<b>Figura 129.</b> Relleno de un búho real con lana de madera y otras fibras. Foto Rita Gil .....	<b>205</b>
<b>Figura 130.</b> Relleno de un pato de heno. Foto Rita Gil .....	<b>205</b>
<b>Figura 131.</b> Relleno de un pato con hatillos de algodón. Foto Rita Gil .....	<b>205</b>
<b>Figura 132.</b> Cuerpo hecho de hatillos. Disponible en Kish, J (1980). The Jonas technique, volume one. Bird mounting. (2ª ed). EEUU: Onno Van Veen.....	<b>207</b>
<b>Figura 133.</b> Cuerpo tallado. Disponible en Kish, J (1980). The Jonas technique, volume one. Bird mounting. (2ª ed). EEUU: Onno Van Veen <b>Figura 134.</b> Cuerpos moldeados. Disponible en Kish, J (1980). The Jonas technique, volume one. Bird mounting. (2ª ed). EEUU: Onno Van Veen .....	<b>207</b>
<b>Figura 135.</b> Tipos de cosido en taxidermia. Goñi, M. (1960). Taxidermia general. La Coruña, España: El Ideal Gallego o [s.n.].....	<b>208</b>
<b>Figura 136.</b> Halcón de Rowland Ward con fijaciones Disponible en Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot. <b>Figura 137.</b> Alfiler olvidado en el ala de un tucán. Foto. Rita Gil.....	<b>209</b>
<b>Figura 138.</b> Colocación de los ojos en el eje de la cara. Foto. Rita Gil.....	<b>210</b>
<b>Figura 139.</b> Piezas del MNCN. El primero sin párpados, el segundo con ellos. Fotografías de Rita Gil ....	<b>211</b>
<b>Figura 140.</b> Distintos diámetros de ojos en aves dados por Mario Goñi (1960). Goñi, M. (1960). Taxidermia general. La Coruña, España: El Ideal Gallego o [s.n.].....	<b>212</b>
<b>Figura 141.</b> Medusa de vidrio de Blaschka .....	<b>213</b>
<b>Figura 142.</b> Distintas formas de ojos. ....	<b>215</b>
<b>Figura 143.</b> Firma en una concha. Disponible en: Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot .....	<b>217</b>
<b>Figura 144.</b> Etiqueta comercial en el interior de una caja. Disponible en: Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot .....	<b>217</b>
<b>Figura 145.</b> Etiqueta de Henry Nash Pashley muy historizada. Disponible en: Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot .....	<b>218</b>



- Figura 146.** *Etiquetas oxidadas.* [En línea] Haslemere Educational Museum. (2014). Natural History-Taxidermy Trade labels. Disponibles en <http://www.haslemeremuseum.co.uk/birdtaxidermy.html>.....**219**
- Figura 147.** *Ejemplo de sustitución de la piel de un cerdo realizado por Emily Mayer en 1986.* Disponible en: Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste.* Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot .....**220**
- Figura 148.** *Morfología del pelo.* Disponible en Kite, M. (2006). *Furs and furriery: history, techniques and conservation.* En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials.* (pp. 141-169). Londres, UK: Butterworth-Heinemann .....**223**
- Figura 149.** *Hueso de mamífero.* [En línea] Disponible en <http://media-3.web.britannica.com/eb-media/57/94557-004-CF63D396.jpg>.....**225**
- Figura 150.** *Distintos armazones. El primero muy sencillo de alambre enrollado (A), el segundo correspondiente al método del maniquí (B) y el tercero con una estructura de madera (C).* A). [En línea]. Kaspar (2011, 10 de marzo). Treacle. Taxidermy X-Rays. Disponible en <http://www.treacletheatre.co.uk/portfolio/blog/2011/03/x-rays/.B>). Disponible en: Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste.* Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot.....**227**
- Figura 151.** *Relleno de diferentes fibras en la cabeza de un zorro sin formar hatillos..* Disponible en: Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste.* Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot .....**228**
- Figura 152.** *Relleno de una cría de elefante realizada por William Hornaday alrededor de 1880. El cráneo y los huesos se tallaron en madera; éstos fueron unidos y recubiertos con fibra y sobre esta se aplicó arcilla.* Disponible en: Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste.* Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot.....**229**
- Figura 153.** *Empresa de taxidermia Jonas Brothers.* Disponible en: Jonas Brothers, (1977). Catálogo comercial. (2ª ed.). Denver, Colorado (EEUU): Brothers, Inc.....**233**
- Figura 154.** *Adaptación de una pieza de Styrofoam®.* Crandall, F. (1976). Symetric system of big game head mounting. The Jonas Brothers technique, volume three. (2ª ed).[n.d.] .....**233**
- Figura 155.** *Ejemplo de rellenos prefabricados de jakalope.* Disponible en: Jonas Brothers, (1977). Catálogo comercial. (2ª ed.). Denver, Colorado (EEUU): Brothers, Inc. ....**234**
- Figura 156.** *Orejas modeladas (recubiertas) con masilla.* Fotografías de Rita Gil.....**237**
- Figura 157.** *Distintos modelos de Earliners.* Foto izq. Jonas Brothers, (1977). Catálogo comercial. (2ª ed.). Denver, Colorado (EEUU): Brothers, Inc. Foto. dcha. [En línea] Disponible en <http://www.amystaxidermy.com/pages/journal10.html>.....**238**
- Figura 158.** *Imagen de un Gerenuc, Litocranius walleri, en el que visto de frente se ve el cristal traslúcido.* Disponible en: Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste.* Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot.....**240**
- Figura 159.** *Muestrario de ojos del catálogo de Jonas Brothers con pupila azulada.* Disponible en: Jonas Brothers, (1977). Catálogo comercial. (2ª ed.). Denver, Colorado (EEUU): Brothers, Inc.....**241**

<b>Figura 160.</b> <i>Ojos de la Casa Van Ingen &amp; Van Ingen con fondo de plata.</i> Disponible en: Morris, P (2010). A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot .....	<b>241</b>	
<b>Figura 161.</b> <i>Ojos de la casa Tohickon abovedados.</i> [En línea]. Tohickon. The World's finest glass eyes. Disponible en <a href="https://www.tohickonglasseyes.com/">https://www.tohickonglasseyes.com/</a> .....	<b>242</b>	
<b>Figura 162.</b> <i>Ojos de la Casa Tohickon para mamíferos pequeños, denominados cabujones</i> [En línea]. Tohickon. The World's finest glass eyes. Disponible en <a href="https://www.tohickonglasseyes.com/">https://www.tohickonglasseyes.com/</a> ....	<b>242</b>	
<b>Figura 163.</b> <i>Zonas desnudas y picos pintados en un buitre y un flamenco del MNCN realizado por JM Benedito.</i> Foto. Rita Gil.....	<b>245</b>	
<b>Figura 164.</b> <i>Cara de un mandril, "Mandrillus sphinx" del MNCN pintada.</i> Foto. Rita Gil.....	<b>245</b>	
<b>Figura 165.</b> <i>Conejo presa de un águila en un diorama MNCN con sangre en el hocico.</i> Foto. Rita Gil.	<b>247</b>	
<b>Figura 166.</b> <i>Acabados en un hocico de Tahr</i> .....	<b>248</b>	
<b>Figura 167.</b> <i>RO nº 276. Manera de preparar cuadrúpedos.</i> Archivo MNCN-CSIC .....	<b>256</b>	
<b>Figura 168.</b> <i>Anverso y reverso de un ojo de vidrio y porcelana del extinto taller de taxidermia del MNCN.</i> Foto. Rita Gil .....	<b>258</b>	
<b>Figura 169.</b> <i>Cauquen gris atribuible a Dut del MNCN (Radiografía (A) y foto. general (B)).</i> A). Radiografía: Clínica veterinaria La Cañada. B). Foto. Luis Castelo Sardina.....	<b>261</b>	
<b>Figura 170.</b> <i>Perdiz perteneciente a la Facultad de BBAA (UCM) obra de J.M. Benedito. Radiografía (A) y foto. gral. (B).</i> A). Radiografía: Clínica veterinaria La Cañada. B). Foto. Rita Gil.....	<b>261</b>	
<b>Figura 171.</b> <i>Firma de José Mª Benedito en un cartel del grupo biológico de halcones peregrinos.</i> Foto Rita Gil.....	<b>262</b>	
<b>Figura 172.</b> <i>Firma de Jose Mª Benedito en una piedra.</i> <b>Figura 173.</b> <i>Firma de J. M. Benedito en el anverso de una peana.</i> Fotografías de Rita Gil .....	<b>263</b>	
<b>Figura 174.</b> <i>Estructura interna de madera del elefante africano del Duque de Alba. Obra de Luis Benedito.</i> Archivo MNCN-CSIC.....	<b>265</b>	
<b>Figura 175.</b> <i>Espectro electromagnético.</i> [en línea]. Electronic Solutions (2015). División salud. Disponible en <a href="http://www.mimagnetoterapia.com/espectro-electromagnetico">http://www.mimagnetoterapia.com/espectro-electromagnetico</a> .....	<b>271</b>	
<b>Figura 176.</b> <i>Macrofotografía de una pluma de pavo real.</i> Foto. Rita Gil	<b>Figura 177.</b> <i>Microfotografía de una pluma de urraca. 200x.</i> Laboratorio de Química de Ila Facultad de Bellas Artes (UCM) dirigido por Margarita San Andrés .....	<b>272</b>
<b>Figura 178.</b> <i>Cartas de color más habituales.</i> [En línea]. Rodríguez, H. (2008). Cartas de color, ¿Qué son y para qué sirven?. Disponible en <a href="http://www.hugorodriguez.com/index_cartas-color.php">http://www.hugorodriguez.com/index_cartas-color.php</a> .....	<b>273</b>	
<b>Figura 179.</b> <i>Prueba Microfade en un espécimen naturalizado del Horniman Museum.</i> [En línea]. Post. IN THEIR TRUE COLORS. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy. AMNHCONSERVATOR (26 de setiembre 2014). Microfading workshop!. Disponible en <a href="https://intheirtruecolors.wordpress.com/">https://intheirtruecolors.wordpress.com/</a> .....	<b>274</b>	

<b>Figura 180.</b> <i>Fotografía de la cabeza de un Águila Real.</i> Foto. Luis Castelo Sardina	<b>Figura 181.</b>
<i>Radiografía de la cabeza del mismo águila real.</i> Facultad de Veterinaria (UCM) .....	277
<b>Figura 182.</b> <i>Flamenco Rosa introducido en un TAC (MNCN-CSIC).</i> Facultad de Veterinaria (UCM).	<b>Figura</b>
<b>183.</b> <i>Imagen radiológica de un Ocelote (MNCN-CSIC).</i> Centro militar de veterinaria de la Defensa....	278
<b>Figura 184.</b> <i>Endoscopio.</i> [En línea]. Wikipedia (2015, 8 de octubre). Endoscopio. Disponible en <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Endoscopia">https://es.wikipedia.org/wiki/Endoscopia</a> .....	279
<b>Figura 185.</b> <i>Estudio de la fluorescencia de una pezuña de cabra a través de un espectrómetro de fluorescencia.</i> Disponible en McMullen, R., Chen, S. y Moore, D. (2012) Fluorescencia de los tejidos queratinosos. <i>International Journal of Morphology</i> , 30 (3), pp. 956-963.....	280
<b>Figura 186.</b> <i>Perdiz preparada por los hermanos Benedito (UCM).</i> Foto. Rita Gil	<b>Figura</b>
<b>187.</b> <i>Misma perdiz vista con luz UV.</i> Foto. Rita Gil.....	281
<b>Figura 188.</b> <i>Pluma de una paloma bravía, Columba livia, vista con MEB.</i> Centro Nacional de Microscopía Electrónica (CNME).....	284
<b>Figura 189.</b> <i>Estratigrafía de una muestra de policromía de un águila real.</i> Foto. Sonia Santos. Laboratorio de Química de la Facultad de Bellas Artes (UCM) dirigido por Margarita San Andrés	<b>Figura 190.</b>
<i>Imagen MEB de la misma zona de policromía.</i> Centro Nacional de Microscopía Electrónica (CNME). .....	285
<b>Figura 191.</b> <i>Espectro EDX de una partícula de policromía.</i> Centro Nacional de Microscopía Electrónica (CNME).....	285
<b>Figura 192.</b> <i>Análisis de la película de revestimiento de la pata de un flamenco naturalizado: A) Recubrimiento de color marrón claro de la pata; B) Espectro FTIR hecho de la superficie total de la muestra que indica que es cola animal.</i> Arte Lab S.L .....	287
<b>Figura 193.</b> <i>Distintos patrones de los folículos de varias pieles.</i> .....	288
<b>Figura 194.</b> <i>Cristales de yoduro de plomo en forma hexagonal.</i> Foto. Cesar Menor. Disponible en Menor, C. (2012). Microscopía química clásica aplicaciones en la determinación de metales y minerales. DOI 10.7597/acopios2171-7788.2012.CMS .....	289
<b>Figura 195.</b> <i>Arseno-molibdato amónico.</i> Foto. Cesar Menor. Disponible en Menor, C. (2012). Microscopía química clásica aplicaciones en la determinación de metales y minerales. DOI 10.7597/acopios2171-7788.2012.CMS.....	290
<b>Figura 196.</b> <i>Distintas fibras vistas al microscopio.</i> A y B. Fotografías de Sonia Santos. Laboratorio de Química de la Facultad de Bellas Artes (UCM) dirigido por Margarita San Andrés C) .....	292
<b>Figura 197.</b> <i>Muestra de policromía incluida en resina. 100x.</i> Centro Nacional de de Microscopía (CENIM). Disponible en: Gil, R., Santos, S., Castelo, L., San Andrés, M., Sánchez, A. (2014). Procedures and materials used in the mounting of two birds which belong to the Natural Sciences National Museum (MNCN-CSIC) and the Complutense University of Madrid (UCM) [versión electrónica]. <i>Journal of paleontological techniques</i> , 13, 75-90.	<b>Figura 198.</b>
<i>La misma muestra que la figura 23 bajo luz UV. 100x.. Idem rigen que la imagen anterior.</i> .....	293

<b>Figura 199.</b> <i>Corte transversal de madera de</i> .....	<b>Figura 200.</b> <i>Corte transversal de madera</i> .....	<b>294</b>
<b>Figura 201.</b> <i>pHmetro de superficie</i> .....		<b>295</b>
<b>Figura 202.</b> <i>Tríptico de etiquetado de productos químicos del CSIC y del MINECO. Información facilitada por Marta Bermejo</i> .....		<b>299</b>
<b>Figura 203.</b> <i>Depósitos de arsénico en la pata de un gato (A) y en el ojo de un águila (B)</i> .....		<b>306</b>
<b>Figura 204.</b> <i>Toma de muestra con hisopo. [En línea]. Marte, F., Pequignot, A. y Von Endt., D. (2005). Arsenic spot tests for detection in taxidermy collections. Disponible en <a href="http://www.si.edu/mci/downloads/reports/Arsenic2005.pdf">http://www.si.edu/mci/downloads/reports/Arsenic2005.pdf</a></i> .....	<b>Figura 205.</b> <i>Spot test Macherey-Nagel. [En línea]. Marte, F., Pequignot, A. y Von Endt., D. (2005). Arsenic spot tests for detection in taxidermy collections. Disponible en <a href="http://www.si.edu/mci/downloads/reports/Arsenic2005.pdf">http://www.si.edu/mci/downloads/reports/Arsenic2005.pdf</a></i> .....	<b>307</b>
<b>Figura 206.</b> <i>Espectrómetro portátil</i> .....		<b>309</b>
<b>Figura 207.</b> <i>Distintas morfologías de arsénico vistas con MEB. Centro Nacional de Microscopía (CENIM). Disponible en: Gil, R., Santos, S., Castelo, L., San Andrés, M., Sánchez, A. (2014). Procedures and materials used in the mounting of two birds which belong to the Natural Sciences National Museum (MNCN-CSIC) and the Complutense University of Madrid (UCM) [versión electrónica]. <i>Journal of paleontological techniques</i>, 13, 75-90.</i> .....		<b>310</b>
<b>Figura 208.</b> <i>Talleres del MNCN para niños con animales naturalizados. Disponible en MNCN (2004). Memoria 2001-2003. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España: M<sup>a</sup> Ángeles Ramos.</i> .....		<b>317</b>
<b>Figura 209.</b> <i>Etiqueta señalando la presencia de arsénico. [En línea]. Odegaard, N. (2009). A General Overview of Pesticides, Testing, Mitigation, and Removal. Presentación. SAR. Disponible en <a href="https://sarweb.org/media/files/nancy_odegaard_presentation.pdf">https://sarweb.org/media/files/nancy_odegaard_presentation.pdf</a>.</i> .....		<b>318</b>
<b>Figura 210.</b> <i>Protección corporal integral (traje con capucha, guantes, mascarilla y protector de calzado). Beaulieu, M. (2011). Mesures de securite pour la restauration d'un lemurién naturalise contamine a l'arsenic, Coré, 26, pp. 24-28.</i> .....		<b>320</b>
<b>Figura 211.</b> <i>Lemur aislado para el traslado. Beaulieu, M. (2011). Mesures de securite pour la restauration d'un lemurién naturalise contamine a l'arsenic, Coré, 26, pp. 24-28</i> .....	<b>Figura 212.</b> <i>Campana de protección. Beaulieu, M. (2011). Mesures de securite pour la restauration d'un lemurién naturalise contamine a l'arsenic, Coré, 26, pp. 24-28.</i> .....	<b>321</b>
<b>Figura 213.</b> <i>Posible lixiviación en el ojo de vidrio de un águila real naturalizada perteneciente a la Facultad de Bellas Artes (UCM). Foto. Rita Gil</i> .....		<b>331</b>
<b>Figura 214.</b> <i>Fractura de un ojo de vidrio en una paloma del MNCN. Foto. Rita Gil</i> .....		<b>338</b>
<b>Figura 215.</b> <i>Decoloración de los colores marrones en las plumas a base de carotenoides en un pito real de la Facultad de Bellas Artes (UCM). Foto. Rita Gil</i> .....		<b>340</b>

<b>Figura 216.</b> Daño mecánico en las bárbulas de las plumas blancas de un águila real que no aparece en las plumas negras compuestas por melanina. Facultad de Bellas Artes de Madrid (UCM). Foto Rita Gil.....	<b>340</b>
<b>Figura 217.</b> Hongos queratinófilos en plumas. [En línea]. Carrlee. E. (2014, 18 de noviembre).Top 10 Projects: 2014. Disponible en <a href="https://ellencarrlee.wordpress.com/tag/shipwreck/">https://ellencarrlee.wordpress.com/tag/shipwreck/</a> .....	<b>343</b>
<b>Figura 218.</b> (A) <i>Anthrenus verbasci</i> adulto; (B) <i>Stegobium paniceum</i> adulto; (C) <i>Dermestes maculatus</i> adulto; (D) <i>Lepisma saccharina</i> adulto; (E) <i>Attagenus pellio</i> adulto;(F) <i>Lasiodenna sen'icome</i> adulto; (G) <i>Ptinus tectus</i> adult; (H) <i>Blattella germanica</i> adult; (I) <i>Antrenus</i> sp. larva; (J) <i>Dermestes</i> sp. larva; (K) <i>Attagenus</i> sp. larva ; (L) <i>Liposcelis bostrychophilus</i> adulto; (M) <i>Tinea pellionella</i> adulto . Basado en la ilustración © The Natural History Museum Disponible en Pinniger, D. y Harmon, J. (1999). Pest management, prevention and control. En Carter, D. y Walker, A. (eds), <i>Care and Conservation of Natural History Collections</i> . (pp. 152-176). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann .....	<b>347</b>
<b>Figura 219.</b> Dos especímenes del MNCN-CSIC (una liebre y un canguro) que presentan el vientre "roído" por la formación de una madriguera de un roedor. Fotografías de Rita Gil .....	<b>348</b>
<b>Figura 220.</b> Polvo superficial en un Faisán obra de Benedito propiedad de la Facultad de Bellas Artes de la UCM, Madrid. Foto. Rita Gil .....	<b>353</b>
<b>Figura 221.</b> Pérdida del color estructural azul viéndose el negro de la melanina.....	<b>355</b>
<b>Figura 222.</b> Ave afectada por "Fat Burnt". Dickinson, J. (2006). Taxidermy. En Kite, M y Thomson, R. (Ed.) <i>Conservation of leather and related materials</i> . (pp. 130-140). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.....	<b>366</b>
<b>Figura 223.</b> Bandas de hambre o estrés. . [En línea]. Adrián Romairone. Bandas de estrés en aves de cetrería. 2009. Disponible en <a href="http://www.diagnosticoveterinario.com/bandas-de-estres-en-aves-de-cetreria/254">http://www.diagnosticoveterinario.com/bandas-de-estres-en-aves-de-cetreria/254</a> .....	<b>368</b>
<b>Figura 224.</b> Un ánade y una garza comidas por insectos. Foto. Rita Gil .....	<b>376</b>
<b>Figura 225.</b> Jirafa de Benedito con las reintegraciones cromáticas en el lomo realizadas por el autor. Archivo MNCN-CSIC.....	<b>377</b>
<b>Figura 226.</b> Jirafa de Benedito en su ubicación y aspecto actual. Foto. Rita Gil.....	<b>378</b>
<b>Figura 227.</b> Vista panorámica del Museo con la zona del Museo (verde) y la zona de la Escuela (fucsia). Google Earth. Montaje de Rita Gil.....	<b>379</b>
<b>Figura 228.</b> Piezas naturalizadas en el almacén de Arganda en 2007. Disponible en Rico, J. (2007, 14 de Octubre). El Museo de los Horrores. Diario el País Semanal. pp. 34-44. ....	<b>380</b>
<b>Figura 229.</b> Diorama de la albufera, hoy desmontado. Archivo MNCN-CSIC.....	<b>383</b>
<b>Figura 230.</b> Dos piezas que podrían componer el grupo biológico de la Albufera.. Fotografías de Luis Castelo Sardina.....	<b>383</b>

- Figura 231.** *Estado de los patios del Museo en 1985.* Merino, A. (2000, 29 de julio) El otro arca. El magazine del mundo [en línea] N° 44. Disponible en <http://www.elmundo.es/magazine/m44/textos/arca.html> [2003, 19 agosto]. ..... **384**
- Figura 232.** *Gráfica de medición de Dattaloger correspondiente a 1 día.* Gráfica elaborada por Rita Gil ..... **391**
- Figura 233.** *Termómetros para acuario.* [En línea]. Ali Express. Disponible en <http://es.aliexpress.com/item/6-Pcs-Fish-Tank-Aquarium-Temperature-meter-13cm-Adhesive-Sticky-Sticker-Digital-Thermometer-Sticker-3-strip/32291563872.html>. ..... **391**
- Figura 234.** *Creación de una gráfica en Excel de Temperatura a partir de medición manual.* Gráfica elaborada por Rita Gil. .... **392**
- Figura 235.** *Termografía de una sala expositiva.* Disponible en Larkin, N. R. (2013). Infrared thermal imaging as a collections management tool. *Journal of Natural Science Collections*. 1. pp.59-65.. ..... **393**
- Figura 236.** *Accesorios de iluminación (García, 2009).* García, I. (2009, 29 de mayo). Jornada técnica sobre iluminación en salas de exposiciones. Sistemas y equipos de iluminación en salas de exposiciones. Disponible en <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadernamel=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3D2.+Sistemas+y+equipamientos+de+iluminaci%C3%B3n.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1220509386425&ssbinary=true> [2015, 28 de marzo]. ..... **405**
- Figura 237.** *Grupo de águilas calvas en carritos de transporte en el Museo Estatal de Alaska "Alaska State Museum".* [En línea]. Renewing Alaskan Taxidermy By Fran Ritchie, Natural History Conservator (28 enero, 2015). Disponible en <https://museumbulletin.wordpress.com/2015/01/28/alaska-state-museum-bulletin-80/>..... **409**
- Figura 238.** *Bandeja cubierta con espuma de polietileno donde se encajan los objetos* ..... **411**
- Figura 239.** *Estanterías de metal al aire.* Foto. de Rita Gil
- Figura 240.** *Armarios compactos.* Foto. Rita Gil ..... **416**
- Figura 241.** *Aves naturalizadas de la Colección Bourguignon en el Museo de la Naturaleza de Canadá "Canadian Museum of Nature", almacenadas en el interior de un armario metálico de bandejas, forrada la base con espuma (se desconoce la naturaleza de la espuma, pero posiblemente se trate de porespán). Para asegurarlos se ha clavado en la espuma unos clavos de forma perimetral (el problema es que estos clavos deberían ser forrados para aislar el metal y evitar dañar las bases).* [En línea]. Disponible en: Musée Canadien de la Nature. Blogue. Trésors cachés de l'Édifice du patrimoine naturel (19 de julio de 2012). Disponible en <https://museecanadiendelanature.wordpress.com/2012/07/19/tresors-caches-de-ledifice-du-patrimoine-naturel/> ..... **417**
- Figura 242.** *Planchas de madera con perforaciones empleadas para apoyar especímenes montados en exhibición, usadas en este caso para el almacenaje en posición vertical.* Hendry, D. (1999).



Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann. ....419

**Figura 243.** *Montaje de una cabeza a través de la sujección con una hebilla a la arandla de la cabeza y reforzando la sujección con pulpos sujetando los cuernos.* Disponible en: Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann .....420

**Figura 244.** *Jirafas cubiertas por Tyvek en el sótano del Museo de Historia Natural de Londres.* Disponible en: Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann. ....425

**Figura 245.** *Esquema de varios especímenes de pequeño tamaño montados sobre una plancha de Ethafoam®.* [En línea]. Tamsen Fuller. Volume 14, Number 2 May 1992. Waac Newsletter. Storage Methods for Taxidermy Specimens. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn14/wn14-2/wn14-2f.html> .....426

**Figura 246.** *Cubierta protectora en forma de caja con una ventana transparente para poder ver el interior.* [En línea]. Tamsen Fuller. Volume 14, Number 2 May 1992. Waac Newsletter. Storage Methods for Taxidermy Specimens. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn14/wn14-2/wn14-2f.html>.....427

**Figura 247.** *Pequeño ave naturalizada reposando sobre una película de Coroplast para su correcto almacenaje.* [En línea]. Tamsen Fuller. Volume 14, Number 2 May 1992. Waac Newsletter. Storage Methods for Taxidermy Specimens. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn14/wn14-2/wn14-2f.html>. ....427

**Figura 248.** *Ejemplo de extensores telescópicos de los alambres de las patas de especímenes que no tienen peana.* [En línea]. Tamsen Fuller. Volume 14, Number 2 May 1992. Waac Newsletter. Storage Methods for Taxidermy Specimens. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn14/wn14-2/wn14-2f.html> .....428

**Figura 249.** *Montaje de especímenes de aves de grandes dimensiones que no tienen peana.* [En línea]. Tamsen Fuller. Volume 14, Number 2 May 1992. Waac Newsletter. Storage Methods for Taxidermy Specimens. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn14/wn14-2/wn14-2f.html>.....429

**Figura 250.** *Caja protectora.* [En línea]. Tamsen Fuller. Volume 14, Number 2 May 1992. Waac Newsletter. Storage Methods for Taxidermy Specimens. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn14/wn14-2/wn14-2f.html> .....430

**Figura 251.** *En este caso se observan dos ejemplares de huia, *Heteralocha acutirostris* (extinto desde 1907) del Museo de Nueva Zelanda, (Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa) (Ref. OR.000096) montadas sobre una plancha de espuma de polietileno de alta densidad de color negro.* [En línea]. Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa. Disponible en <http://collections.tepapa.govt.nz/object/533942> .....430

**Figura 252.** *Águilas pertenecientes al Museo de Denver, Denver Museum of Natural Science, sin peana, almacenadas con soportes de espuma de polietileno.* [En línea]. Denver Museum of

nature&science. Ornithology collections. Disponible en  
<https://www.dmns.org/science/collections/dmns-zoology-collections>..... **429**

**Figura 253.** Colección de taxidermia del Museo estatal de Alaska, Alaska State Museum. Aves montadas en soportes de polietileno. [En línea]. Branches of the same tree. (2011, 30 de junio). Northwest passages. Disponible en <https://packca.wordpress.com/2011/06/30/northwest-passages/>..... **431**

**Figura 254.** Contenedor construido para albergar especímenes concretos que se trasladan frecuentemente. Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann..... **446**

**Figura 255.** Tuerca fijada a la parte inferior de una peana. Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann ..... **446**

**Figura 256.** Ejemplo de más de un espécimen fijados en la misma caja (este tipo de montaje solo es seguro si los especímenes están firmemente unidos a sus peanas, ya que a la fuerza uno de ellos va a estar en una posición de tensión). Disponible en: Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann ..... **447**

**Figura 257.** Especimen con la peana asegurada a la caja de cartón por medio de correas. Disponible en: Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann..... **447**

**Figura 258.** Ejemplos de embalajes en el Smithsonian National Museum of Natural History. .[En línea]. Bau Xi-Photo. Richard Barnes. Disponible en [http://www.bau-xipphoto.com/dynamic/artist\\_photo.asp?ArtistID=277101](http://www.bau-xipphoto.com/dynamic/artist_photo.asp?ArtistID=277101). ..... **448**

**Figura 259.** Embalaje incorrecto con periódico arrugado colocado como relleno de la caja (Hendry, 1999). Disponible en: Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann .. **449**

**Figura 260.** Embalaje inadecuado. En general no es necesario envolver el espécimen si este está firmemente unido a su base (Hendry, 1999). Disponible en: Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann ..... **449**

**Figura 261.** Termohigrómetro digital de la entrada del MNCN en distintas épocas del año. Fotografías de Rita Gil. .... **458**

**Figura 262.** Vista general del almacén visitable. [En línea]. MNCN (s.f.). Exposiciones permanentes. Almacén de Aves y mamíferos. Disponible en [http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Permanententes\\_AlmacenVisitable/seccion=1182&idioma=es\\_ES&id=2010062411340001&activo=11.do](http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Permanententes_AlmacenVisitable/seccion=1182&idioma=es_ES&id=2010062411340001&activo=11.do)..... **459**

**Figura 263.** Algunas piezas almacenadas al aire en estanterías metálicas en el Almacén de Arganda. Actualmente éstas se encuentran cubiertas.. Fotografía cedida por Luis Castelo Sardina ..... **460**

<b>Figura 264.</b> <i>Hiena envuelta en papel tipo Kraft de pH neutro. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>460</b>
<b>Figura 265:</b> <i>Lémur envuelto en bolsa de polietileno. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>460</b>
<b>Figura 266.</b> <i>Grupo de rabilargos envuelto en el plástico de Taxidermia Garoz. . Foto. Rita Gil</i> .....	<b>461</b>
<b>Figura 267.</b> <i>Pavo Real al aire ya que debido a su fragilidad no puede envolverse. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>461</b>
<b>Figura 268.</b> <i>Cabra bajo una cubierta de algodón negro. Foto. Rita Gil. ....</i>	<b>462</b>
<b>Figura 269.</b> <i>Pezuñas de un Suní en una bolsa de polietileno. Foto. Rita Gil. ....</i>	<b>462</b>
<b>Figura 270.</b> <i>Ejemplo de iluminación puntual inadecuada en un zorro. Foto. Rita Gil. ....</i>	<b>464</b>
<b>Figura 271.</b> <i>Grupo de garduñas realizado por los hermanos Benedito iluminado posiblemente por cuarzo-halógeno. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>464</b>
<b>Figura 272.</b> <i>Armadillo del Real Gabinete posiblemente iluminado por cuarzo. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>464</b>
<b>Figura 273</b> <i>Iluminación con fluorescente. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>465</b>
<b>Figura 274.</b> <i>Posible iluminación con halógeno. Foto. Rita Gil. ....</i>	<b>465</b>
<b>Figura 275.</b> <i>Recubrimiento de los grandes ventanales con estores. Foto. Rita Gil.. ....</i>	<b>465</b>
<b>Figura 276.</b> <i>Vitrina protectora con una lámina filtradora de UV de un espécimen de oso de anteojos "Tremarctos ornatus" de la casa Rowland Ward. Fotografías de Rita Gil</i> .....	<b>466</b>
<b>Figura 277.</b> <i>Cabezas de diferentes mamíferos colgadas en la pared en una malla metálica. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>466</b>
<b>Figura 278.</b> <i>Especimen de armadillo expuesto al aire. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>466</b>
<b>Figura 279.</b> <i>Esqueleto de osa hormiguera en el interior de una de las nuevas vitrinas colectivas, que emplean iluminación por led y están filtradas. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>467</b>
<b>Figura 280-</b> <i>Lémur rufo blanco, Varecia variegota. Posiblemente siglo XVIII. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>468</b>
<b>Figura 281.</b> <i>Cartela del espécimen ya citado. Foto. Rita Gil. ....</i>	<b>468</b>
<b>Figura 282.</b> <i>Grabado calcográfico iluminado de Jean Charles Baqudy (1721-1777). Foto. Rita Gil</i> .....	<b>468</b>
<b>Figura 283.</b> <i>Cartela identificativa del citado grabado. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>468</b>
<b>Figura 284.</b> <i>Embalaje de Quetzal. Colocación de lámina de cartón pluma recubierta por Marveseal a través de railes. Imagen cedida por Josefina Barreiro</i> .....	<b>470</b>
<b>Figura 285.</b> <i>Embalaje de Quetzal 2. Finalización del embalaje. Imagen cedida por Josefina Barreiro</i> ...	<b>470</b>
<b>Figura 286.</b> <i>Ejemplo de embalaje en una misma caja de varios especímenes de aves de pequeño tamaño. Imagen cedida por Josefina Barreiro</i> .....	<b>470</b>
<b>Figura 287.</b> <i>Canario albino en un maletín reforzado con espuma de polietileno. Foto. Rita Gil</i> .....	<b>471</b>
<b>Figura 288.</b> <i>Toro de Veragua protegido con Cellplas y burbuja encima. Foto Rita Gil. ....</i>	<b>471</b>
<b>Figura 289.</b> <i>Esqueleto de osa palmera, Myrmecophaga tridactyla. Foto Rita Gil</i> .....	<b>471</b>

- Figura 290.** *Ave del paraíso en un fanal.* Foto Rita Gil..... **471**
- Figura 291.** *Fardo de la piel de elefante cazado por el Duque de Alba en 1913.* Archivo MNCN-CSIC **475**
- Figura 292.** *Elefante montado por Luis Benedito con la piel citada.* Archivo MNCN-CSIC. .... **475**
- Figura 293.** *Ojo original de cerámica del elefante del Museo de Ciencias Naturales de París.* Disponible en: Pequignot, A., Candegabe, P. y Lemaire, M. (2005). L'histoire retrouvée de l'éléphant Hans. *La lettre de l'OCIM*, 97. pp. 13-23. Disponible en <http://www.ocim.fr/wp-content/uploads/2013/02/LO.972-pp.13-23.pdf> ..... **478**
- Figura 294.** *Pestañas artificiales añadidas en la restauración de los años 90 del siglo XX.* Disponible en: Pequignot, A., Candegabe, P. y Lemaire, M. (2005). L'histoire retrouvée de l'éléphant Hans. *La lettre de l'OCIM*, 97. pp. 13-23. Disponible en <http://www.ocim.fr/wp-content/uploads/2013/02/LO.972-pp.13-23.pdf> ..... **478**
- Figura 295.** *Cría de elefante realizada por Luis Benedito en 1930. Detalle de los daños en forma de grieta en el lomo.* Foto Rita Gil..... **493**
- Figura 296.** *Cría de elefante de Luis Benedito de 1930 tras la restauración de 2014. Detalle de la restauración de las grietas con masilla de relleno.* Foto Rita Gil..... **493**
- Figura 297.** *Cartela explicativa del "Natural History Museum" de Londres.* Disponible en Poliquin, R. (2008). The matter and meaning of museum taxidermy. *Museum and society*, 6(2). pp. 123-134. Disponible en <https://www2.le.ac.uk/departments/museumstudies/museumsociety/documents/volumes/poliquin.pdf> ..... **496**
- Figura 298.** *Bolsa termosellada para anoxia en objetos pequeños.* [En línea]. SFGate. Carlos Ávila González, The Chronicle Oakland Museum's resident 'de-bugger' saves art. Jesse Hamlin. 30 de noviembre 2013. Disponible en <http://www.sfgate.com/art/article/Oakland-Museum-s-resident-de-bugger-saves-art-5022606.php#photo-5522812> ..... **513**
- Figura 299.** *Burbuja de vinilo realizada por la empresa Rentokil. Museo de Okland "Okland Museum" Photo: Carlos Ávila González, The Chronicle. Photo: Carlos Ávila González, The Chronicle.* [En línea]. SFGate. Carlos Ávila González, The Chronicle Oakland Museum's resident 'de-bugger' saves art. Jesse Hamlin. 30 de noviembre 2013. Disponible en <http://www.sfgate.com/art/article/Oakland-Museum-s-resident-de-bugger-saves-art-5022606.php> ..... **516**
- Figura 300.** *Trampas de feromonas. Izq. para polillas, derecha para lepismas.* [En línea]. Encuadernaciones en el Patrimonio Documental Naval y Marítimo (16 Marzo, 2015). Cristina Romero Manso Foto pececillos y polillas). Disponible en <https://encuadernacionpdnm.wordpress.com/2015/03/16/comedores-de-patrimonio-documental/>. **519**
- Figura 301.** *Tratamiento puntual de piezas de madera, a la izquierda impregnación con brocha por el reverso de una tabla policromada y a la derecha a través de la inyección del producto en los agujeros de salida creados por la carcoma.* Disponible en: Vivancos, V. y Pérez, E. (2005). La desinsectación De la madera. Adaptación de nuevas tecnologías físicas. *R&R*, 99, pp. 69- 73. .... **520**

- Figura 302.** *Etiqueta energética.* [En línea]. Ufesa (2014, 17 de octubre). Sala de prensa. Disponible en <http://www.ufesa.es/detalles-noticias-ufesa.html?pressrelease=ufesa-lanza-su-nueva-gama-de-aspiradores-eficientes~14615> ..... **534**
- Figura 303.** *Ejemplos de filtración durante la aspiración: izquierda, filtrado de la boca de aspiración; derecha: filtrado por medio de un bastidor con rejilla.* Izquierda: Foto. Rita Gil. Derecha: Amezaga, M. (2006). Restauración de plumería sobre tejido en el Museo de América. Aplicación de nuevas tecnologías. *Anales del Museo de América*, 14. pp. 381-406..... **536**
- Figura 304.** *Varita creada y diseñada para la limpieza de las piezas manchadas por hollín en el Shaskatchewan Museum.* Disponible en Spafford-Ricci S and Graham F. (2000). The Fire at the Royal Saskatchewan Museum, Part 2: Removal of Soot from Artifacts and Recovery of the Building. *Journal of the American Institute for Conservation*, 39 (1), artículo 3. pp 35-56. .... **536**
- Figura 305.** *Esponja de humo.* Foto. Rita Gil..... **538**
- Figura 306.** *Esponja Wishab.* Foto. Rita Gil..... **538**
- Figura 307.** *Groomstick.* Foto. Rita Gil. .... **539**
- Figura 308.** *Paño Dust Bunny.* Foto Rita Gil..... **539**
- Figura 309.** *Limpieza con láser de un pez plano, pleuronectiformes dando buenos resultados.* [En línea]. Hellier, C. (2010, 4 de octubre). The whale bone blog. Laser Cleaning. lunes 4 octubre, 2010. Disponible en <http://thewhaleboneblog.blogspot.com.es/2010/10/laser-cleaning-whilst-experimenting.html> [2014, 14 marzo]. .... **547**
- Figura 310.** *Limpieza exitosa con láser de un coral.* [En línea]. Hellier, C. (2010, 4 de octubre). The whale bone blog. Laser Cleaning. lunes 4 octubre, 2010. Disponible en <http://thewhaleboneblog.blogspot.com.es/2010/10/laser-cleaning-whilst-experimenting.html> [2014, 14 marzo].. .... **547**
- Figura 311.** *Limpieza con láser de un escarabajo demasiado agresiva.* Disponible en Cornish, L. y Jones, C. G. Laser cleaning of natural history specimens and subsequent SEM examination. En Townsened, J. Eremin, K. y Adriaens, A. (eds.). *Conservation Science 2002*. (pp. 101-106). Londres, Reino Unido: Archetype publications Ltd. .... **547**
- Figura 312.** *Limpieza de un ave naturalizado con Webril.* Disponible en Spafford-Ricci S and Graham F. (2000). The Fire at the Royal Saskatchewan Museum, Part 2: Removal of Soot from Artifacts and Recovery of the Building. *Journal of the American Institute for Conservation*, 39 (1), artículo 3. pp 35-56 ..... **552**
- Figura 313.** *Limpieza de una gaviota con polvo de arena fina. Izquierda: Estado previo, Derecha: resultado final.* Not Listed (2004). Cleaning dusty feathers, a technique that works. *NatSCA News*, 4, pp. 32 - 33..... **553**
- Figura 314.** *Detalle de barbulas agrupadas tras la limpieza con etanol.* Foto. Sonia Santos y Rita Gil. Laboratorio de Química de la Facultad de Bellas Artes (UCM) dirigido por Margarita San Andrés..... **559**

- Figura 315.** *Limpieza con láser en un ave del paraíso, antes y después del tratamiento.* Disponible en Karantoni E y Malea E. (2005). The Influence of Cleaning Methods on Feather Structure: a Comparative Study. En: Brunn M, Burns J., (eds) Fur Trade Legacy: the Preservation of Organic Materials, Canadian Association for Conservation of Cultural Property, 17-18 May, 2005 Jasper, Canada, pp 97-108. .... **567**
- Figura 316.** *Ejemplo de amarilleamiento en plumas blancas.* [En línea]. Hellier, C. (2010, 4 de octubre). The whale bone blog. Laser Cleaning. lunes 4 octubre, 2010. Disponible en <http://thewhaleboneblog.blogspot.com.es/2010/10/laser-cleaning-whilst-experimenting.html> [2014, 14 marzo]..... **567**
- Figura 317.** *Ejemplos de limpieza con hisopos humedecidos en agua con tensioactivo (Tween 20 al 2%).* Fotografías de Rita Gil..... **570**
- Figura 318.** *Limpieza de un recubrimiento en el pecho de una perdiz, posiblemente de resina natural con papetas de algodón impregnadas en etanol sin frotar, simplemente por capilaridad.* Fotografías de Rita Gil..... **570**
- Figura 319** *Resultado parcial de la limpieza con etanol en la mancha de resina en el pecho de una perdiz. Estado previo.* Foto. Rita Gil..... **571**
- Figura 320.** *Resultado de la limpieza.* Foto. Rita Gil. .... **571**
- Figura 321.** *Limpieza con alginato dental en una pluma de paloma torcaz ensuciada con pigmento de manera artificial.* Fotografías de Rita Gil..... **572**
- Figura 322.** *Limpieza con Agar Agar en una pluma de paloma bravía ensuciada artificialmente.* Fotografías de Rita Gil..... **572**
- Figura 323.** *Limpieza con Cyber Clean® en una pluma de paloma torcaz ensuciada artificialmente.* Fotografías de Rita Gil..... **572**
- Figura 324.** *Limpieza con alginato de la suciedad en un pico de tucán de la Facultad de Bellas Artes (UCM).* Fotografías de Rita Gil..... **573**
- Figura 325.** *Limpieza con alginato dental en un pico de tucán. Imagen de la izquierda con luz natural; imagen de la derecha bajo luz UV.* Fotografías de Rita Gil. .... **573**
- Figura 326.** *Plumaje de tucán con una cata de limpieza hecha con alginato dental.* Foto. Rita Gil..... **574**
- Figura 327.** *Imagen bajo MO (200x) de la limpieza de una pluma con alginato dental para determinar a simple vista si puede eliminar recubrimientos de la pluma y el posible daño a la estructura de ésta. Izquierda sin limpiar, Derecha ya limpia.* Foto. Sonia Santos y Rita Gil. Laboratorio de Química de la Facultad de Bellas Artes (UCM) dirigido por Margarita San Andrés. .... **575**
- Figura 328.** *Imagen MEB de la limpieza de la pluma presentada en la figura 327.* Centro Nacional de Microscopía (CENIM) ..... **575**
- Figura 329.** *Espectro FTIR de comparación extractos acetónicos en la escala de absorbancia que es proporcional a la concentración (negro: pluma-antes de la limpieza-, azul: pluma + alginato – después*



de la limpieza). La concentración de grasa ha decrecido hasta un 25 % del valor original. Permanecen en la superficie sulfatos y sílice del polvo. Larco Química y Arte S.L. ....577

**Figura 330.** Espectros comparados en escala absorbancia de la pluma antes (negro) y después (azul) de la limpieza. Se mantienen los mismos componentes (proteína oxidada principalmente), pero su concentración baja también a un valor de un 35-30 % del inicial. Larco Química y Arte S.L. ....578

**Figura 331.** Cromatografía de gases en extracto acuoso de la pluma antes de la limpieza. Larco Química y Arte S.L. ....578

**Figura 332.** Cromatografía de gases en extracto acuoso de la pluma tras la limpieza. Larco Química y Arte S.L. ....579

**Figura 333.** Ejemplo de limpieza con láser del esqueleto de una ballena. [En línea]. Hellier, C. (2010, 4 de octubre). The whale bone blog. Laser Cleaning. lunes 4 octubre, 2010. Disponible en <http://thewhaleboneblog.blogspot.com.es/2010/10/laser-cleaning-whilst-experimenting.html> [2014, 14 marzo]. ....587

**Figura 334.** Limpieza de ojos de vidrio. Ojo izquierdo del Pito Real ya limpiado , y ojo derecho sin limpiar. Foto Rita Gil. ....589

**Figura 335.** Limpieza con alginato de un tronco sobre el que está situado el Pito Real ya mencionado. Foto. Rita Gil ....590

**Figura 336.** Molde de un félido realizado por los Hermanos Benedito. Imagen cedida por Josefina Barreiro .....592

**Figura 337.** Ejemplo de limpieza con Agar de una escayola. [En línea]. Sansonetti, A., Casati, M., Striova, J., Canevali, C. Anzani, M. y Rabbolini, A. 1. A cleaning method based on the use of agar gels: new tests and perspectives. En 2<sup>th</sup> International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone Columbia University, New York, 2012. Disponible en <http://iscs.icomos.org/pdf-files/NewYorkConf/sansetal.pdf>.....593

**Figura 338.** Bolsa sellada que cumple una doble función: proteger al espécimen de las inclemencias externas y evitar la contaminación derivada del mismo. [En línea]. Ellen Carlee Conservation. Artifact Storage: Bag, Pad, Interleave Solutions (16 Diciembre, 2013). Disponible en <https://ellencarlee.wordpress.com/tag/bag/>.....597

**Figura 339.** Comparación de los niveles de arsénico y zinc en una diadema de plumas antes y después de la aspiración (Odegaard et al., 2003 citado por Odegaard, 2009) [En línea]. Odegaard, N (2009). A General Overview of Pesticides, Testing, Mitigation, and Removal. Presentación. SAR. Disponible en [https://sarweb.org/media/files/nancy\\_odegaard\\_presentation.pdf](https://sarweb.org/media/files/nancy_odegaard_presentation.pdf).....599

**Figura 340.** Algunas probetas en plumas de los estudios para la eliminación de Diazinon con  $\text{SCOO}_2$  y un co-disolvente. Izquierda sin limpiar, derecha tras el tratamiento (Odegaard, 2009). [En línea]. Odegaard, N. (2009). A General Overview of Pesticides, Testing, Mitigation, and Removal. Presentación. SAR. Disponible en [https://sarweb.org/media/files/nancy\\_odegaard\\_presentation.pdf](https://sarweb.org/media/files/nancy_odegaard_presentation.pdf).....603

- Figura 341.** Ejemplo de grietas con diversas distorsiones en la piel de la cría de un elefante africano, *Loxodonta africana*, del MNCN. Foto. Rita Gil..... **610**
- Figura 342.** Reversibilización de la deformación en las orejas de una Gacela Dorcas del National Museums Northern Ireland restaurada por Jill Kerr. Kerr, J. (2012). The Trophy Head Project, National Museums Northern Ireland. NatSCA News, 22, pp. 66 - 70. Disponible en <http://www.natsca.org>..... **613**
- Figura 343.** A) Estado de conservación del quagga del Museo de Munich antes del desmontaje. B) Maniquí original a la izquierda y nuevo maniquí en resina sobre el que se montó la piel del Quagga tras haberla desmontado. Moore, S. (1995). "Restoring old mammal mounts" *Conservation news*, 57, p. 22-25. .... **616**
- Figura 344.** Peinado del plumaje de un alcatraz común, *Morus bassanus*, del diorama de aves 'Great Bass Rock' del Ipswich Museum (UK) por Suzanne Hill durante la limpieza en húmedo por medio de un secador y un pincel. Hill, S. (2008). Conservation of the 'Great Bass Rock' diorama - an ICON internship at Ipswich Museum. NatSCA News, 14, pp. 20 - 25. Disponible en <http://www.natsca.org/article/189>..... **618**
- Figura 345.** Recolocación del plumaje de una Gallina azul. Superior, antes de la intervención e inferior tras la recolocación. Pack, C. y Torok, E. (2012). Stuffed with Challenges: Two Case Studies Involving the Treatment of Taxidermy Birds, Association for North American Graduate Programs in Conservation Conference, April 2012, unpublished..... **618**
- Figura 346.** Ejemplo de reversibilización de una grieta en una escultura de poliéster restaurada por Diana Lobato Mínguez y Paula Ercilla Orbañanos que podría servir para intervenciones en los rellenos de resina de especímenes naturalizados. Disponible en Lobato, D. y Ercilla P. (2012). Problemática de la fragilidad estructural por degradación de la resina de poliéster. Caso práctico: Le Diamant, de Jacques Carelman. En Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (Ed.). *Conservación de Arte Contemporáneo 13ª Jornada*. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (pp. 141-161). Madrid, España: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía..... **620**
- Figura 347.** A) Abolsamientos, B) Doblecres del papel y otras deformaciones. A) [En línea] Haslemere Educational Museum. Natural History-Taxidermy Trade labels. (2014). Disponible en <http://www.haslemeremuseum.co.uk/birdtaxidermy.html> ..... **623**
- Figura 348.** Levantamiento generalizado de la capa pictórica, posiblemente vinílica o acrílica, en la cera de un águila calva, *Haliaeetus leucocephalus*, del Alaska State Museum. [En línea]. Renewing Alaskan Taxidermy By Fran Ritchie, Natural History Conservator (28 enero, 2015). Disponible en <https://museumbulletin.wordpress.com/2015/01/28/alaska-state-museums-bulletin-80/>..... **624**
- Figura 349.** A) Sutura discontinua B) Sutura continua. Vargas, R. (2012). Hilos y agujas de sutura. Disponible en <http://es.slideshare.net/RudyVargas/hilos-de-sutura> [2014, 03 septiembre] ..... **646**
- Figura 350.** Restauración de esqueleto de un ser humano. Caldararo, N., Antonetti, C. y Hirschbein, J. (2014). The Restoration Of A Human Skeleton – As Scientific Specimen. (October 07, 2014) The Society For The Preservation of Natural History Collections (SPNHC). SPNHC NEWS. Disponible en <http://www.spnhc.org/media/assets/Leaflet-Skeleton.pdf>..... **649**

- Figura 351.** A. Grieta en la piel de un pingüino emperador. B) Reparación de la grieta. Natural-History-Conservation.com (s.f.). Cleaning, repairing and conserving a King Penguin for Worcester Museum. Disponible en <http://www.natural-history-conservation.com/penguin.htm> [2015, 9 julio]. ..... **655**
- Figura 352.** Cosido de grietas en un antílope naturalizado (Dickinson, 2006). Dickinson, J. (2006). Taxidermy. En Kite, M y Thomson, R. (Ed.) *Conservation of leather and related materials*. (pp. 130-140). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann. .... **659**
- Figura 353.** Reutilización de los hilos en una camisa de los indios de las llanuras. Richardson, H (2002). The conservation of Plains Indian shirts at the National Museum of the American Indian, Smithsonian Institution. En: M Wright, Ed. *The Conservation of Fur, Feathers and Skin, Proceedings of the Conservators of Ethnographic Artefacts. Seminar*, 11 Diciembre, 2000. Londres: Archetype Publications, pp 7-24. .... **660**
- Figura 354.** Parche de Beva Film y papel japonés colocado en los dedos de un orangután. Ritchie, F. (2013). The Investigation and Conservation Treatment of a Mounted Juvenile Orangutan. ANAGPIC 2013. Disponible en [http://cool.conservation-us.org/anagpic/2013pdf/anagpic2013\\_ritchie\\_paper.pdf](http://cool.conservation-us.org/anagpic/2013pdf/anagpic2013_ritchie_paper.pdf) ..... **662**
- Figura 355.** Recolocación del dedo del orangután con Beva Film y papel japonés. Ritchie, F. (2013). The Investigation and Conservation Treatment of a Mounted Juvenile Orangutan. ANAGPIC 2013. Disponible en [http://cool.conservation-us.org/anagpic/2013pdf/anagpic2013\\_ritchie\\_paper.pdf](http://cool.conservation-us.org/anagpic/2013pdf/anagpic2013_ritchie_paper.pdf) ..... **662**
- Figura 356.** Forración de una piel de lince. Foto. Rita Gil. .... **666**
- Figura 357.** Parches de papel japonés en el reverso de una pluma. Moore, S. (2006). Japanese tissues: uses in repairing natural science specimens- Collection Forum, 21 (1-2), pp. 126-132. .... **668**
- Figura 358.** Colocación de un hilo de Paraloid-B72 en el raquis partido de una pluma. Legrand-Longin, S., Tiêu, G., Elarbi, S. y Dejean, M. (2006). La conservation-restauration des plumes: une nouvelle technique de consolidation. *Techne*, 23. pp. 61-64. .... **669**
- Figura 359.** Varilla roscada en la pata de una hiena. Harvey, R. y Roth-Wells, N., (2008). Collaborative conservation of the Charles Hubbard natural history dioramas. *Objects Specialty Group Postprints*, 15, pp. 43-57 ..... **676**
- Figura 360.** Restauración de un ala de una gaviota. Hill, S. (2008). Conservation of the 'Great Bass Rock' diorama - an ICON internship at Ipswich Museum. *NatSCA News*, 14, pp. 20 - 25. Disponible en <http://www.natsca.org/article/189> ..... **677**
- Figura 361.** Colocación de una cola desprendida en una gaviota. Hill, S. (2008). Conservation of the 'Great Bass Rock' diorama - an ICON internship at Ipswich Museum. *NatSCA News*, 14, pp. 20 - 25. Disponible en <http://www.natsca.org/article/189> ..... **678**
- Figura 362.** Inserción de un alambre en la cabeza del húmero. Natural-History-Conservation.com (s.f.). Cleaning, repairing and conserving a King Penguin for Worcester Museum. Disponible en <http://www.natural-history-conservation.com/penguin.htm> [2015, 9 julio]. ..... **678**

- Figura 363.** *Restauración del pingüino emperador del Museo de Worcester.* Natural-History-Conservation.com (s.f.). Cleaning, repairing and conserving a King Penguin for Worcester Museum. Disponible en <http://www.natural-history-conservation.com/penguin.htm> [2015, 9 julio]..... **679**
- Figura 364.** *“Subpeana” de polietileno para dar más estabilidad a un espécimen, ampliando la zona de apoyo.* Thomas, L. (1992). Stash. Storage, techniques for Art, Science and History. Support for Small Taxidermy Mounts Solutions. Disponible en <http://stashc.com/the-publication/supports/rigid-supports/support-for-small-taxidermy-mounts/>. [2014, 18 septiembre]..... **688**
- Figura 365.** *Soporte equilibrado para un espécimen fijado a una rama.* Thomas, L. (1992). Stash. Storage, techniques for Art, Science and History. Support for Small Taxidermy Mounts Solutions. Disponible en <http://stashc.com/the-publication/supports/rigid-supports/support-for-small-taxidermy-mounts/>. [2014, 18 septiembre]..... **688**
- Figura 366.** *Sistema de soporte para especímenes con los alambres de las patas al aire.* Fuller, T. (1992). Stash. Storage, techniques for Art, Science and History Support System No. 2 for Small Taxidermy Mounts with Extended Leg Wires Solutions. Disponible en <http://stashc.com/the-publication/supports/rigid-supports/support-system-no-2-for-small-taxidermy-mounts-with-extended-leg-wires/>. [2014, 5 diciembre]..... **689**
- Figura 367.** *Copia por moldeo de la textura de la piel a base de Acryloid F-10 y microesferas de vidrio.* Nieuwenhuizen, L. (1998). Synthetic fill materials for skin, leather, and furs. JAIC, 37 (1). pp. 135-145. ... **704**
- Figura 368.** *Detalle de la restauración de la oreja de una liebre antílope. Antes de la restauración (izquierda), durante (centro) y tras la intervención (derecha).* Sybalsky, J. Elkin, L., Levinson, J., Nunan, E. y Palumbo, B. (2012). Innovation through Interdisciplinary Exchange: Restoration of the North American Mammal Habitat Dioramas, Icom Natural History Collections Working Group Newsletter, 17, pp. 8-14. **705**
- Figura 369.** *Relleno de la grieta del cuello de la Gacela Dorcas con masilla de Paraloid B-72.* Kerr, J. (2012). The Trophy Head Project, National Museums Northern Ireland. NatSCA News, 22, pp. 66 - 70. Disponible en <http://www.natsca>. .... **706**
- Figura 370.** *Reintegración volumétrica de una grieta con Plastform® mezclado con Planatol BB.* Geller-Grimm, F. y Zenker, E. (1999, 10 de octubre). Bericht über die Restaurierung des Sumatranashorns (Dicerorhinus sumatrensis) am Museum Wiesbaden. Disponible en <http://www.geller-grimm.de/preparation/sumatra/>. [2014, 28 de septiembre]..... **707**
- Figura 371.** *Reconstrucción de un pico de un pingüino emperador con masilla epoxi de dos componentes “Apoxy Sculpt”.* Alten, H. (2001). Emperor Penguin Treatment Report. Northern States Conservation Center. pp. 2-7. [En línea]. Disponible en <http://www.collectioncare.org/emperor-penguin-treatment-report> [2014, 2 junio]..... **708**
- Figura 372.** *Disitntas pruebas de masillas para poliuretano.* Snijders, E., Weerdenburg, S. y Timmermans, R. (2011) The treatment of apolyurethane rigid foam floor piece by Ger van Elk: a study in the conservation of plastics ICOM CC Disponible en [http://www.restauratoren.nl/upload/documenten/1015\\_211\\_snijders\\_icom-cc\\_2011.pdf](http://www.restauratoren.nl/upload/documenten/1015_211_snijders_icom-cc_2011.pdf) ..... **712**

- Figura 373.** *Plumas blancas de ganso teñidas con tinte por inmersión.* Disponible en Lin, E. (2011). Loss Compensation in Damaged Feathers. *ICOM. Ethnographic Conservation Newsletter*, 32, pp. 2-7 ..... **716**
- Figura 374.** *Sección de barba de sacrificio unido a una pluma con un adhesivo.* Disponible en Lin, E. (2011). Loss Compensation in Damaged Feathers. *ICOM. Ethnographic Conservation Newsletter*, 32, pp. 2-7 ..... **717**
- Figura 375.** *Anverso y reverso de distintas pieles sintéticas.* Foto. Rita Gil ..... **717**
- Figura 376.** *Respaldo de papel japonés en la tripa de una hiena.* Harvey, R. y Roth-Wells, N., (2008). Collaborative conservation of the Charles Hubbard natural history dioramas. *Objects Specialty Group Postprints*, 15, pp. 43-57 ..... **718**
- Figura 377.** *Proceso de restauración de un antílope Cobo. Antes del tratamiento (izquierda), durante (centro) y resultado final (derecha).* Nieuwenhuizen, L. (1998). Synthetic fill materials for skin, leather, and furs. *JAIC*, 37 (1), pp. 135-145..... **719**
- Figura 378.** *Reproducción de la prótesis para el pato Buttercap.* [En línea]. Styla, K. (2013). Niepełnosprawna kaczką otrzymała nogę wydrukowaną w 3D. Disponible en <http://humanoidy.com/2013/07/01/niepelnosprawna-kaczka-otrzymala-noge-wydrukowana-w-3d/> [2013, 19 diciembre] ..... **721**
- Figura 379.** *Malla de la piel en un programa gratuito de retoque digital de mallas "Mesh Lab".* Foto. Rita Gil..... **727**
- Figura 380.** *Reproducción de los dedos faltantes y las garras en la pata de un oso polar.* Lingle, A. y Singleton, V. (junio, 2011). New Parts for an Old Bear. *News in Conservation*, 24, p. 3. Disponible en [https://www.iiconservation.org/system/files/publications/journal/2011/b2011\\_3.pdf](https://www.iiconservation.org/system/files/publications/journal/2011/b2011_3.pdf) ..... **727**
- Figura 381.** *Hocico de pécarí de collar del Museo de Historia Natural de Nueva York.* Sybalsky, J. Elkin, L., Levinson, J., Nunan, E. y Palumbo, B. (2012). Innovation through Interdisciplinary Exchange: Restoration of the North American Mammal Habitat Dioramas, *Icom Natural History Collections Working Group Newsletter*, 17, pp. 8-14..... **728**
- Figura 382.** *Ejemplo de rinoceronte al que le han robado los cuernos.* *Museum im Ritterhaus en Offenburg, Alemania, sustraídos en 2012.* Izquierda). [En línea]. PostRoad (2014, 6 de enero). GoodShit. The Irish Clan Behind Europe's Rhino-Horn Theft Epidemic. Disponible en <http://extragoodshit.phlap.net/index.php/the-irish-clan-behind-europes-rhino-horn-theft-epidemic/>. Derecha) [En línea] Foto. AFP/GETTY. German police arrest Briton over rhino horn theft. (2012, 22 de marzo). *The telegraph*. Disponible en <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/germany/9160625/German-police-arrest-Briton-over-rhino-horn-theft.html> ..... **729**
- Figura 383.** *Colocación de unas réplicas de los cuernos originales de un rinoceronte negro del Castle Museum de Norwich.* [En línea]. Disponible en: Wheler, R. (2012, 20 de octubre). Norwich Castle rhino gets replica horns in attempt to foil thieves. *Norwich evening news*. Disponible en [http://www.eveningnews24.co.uk/news/norwich\\_castle\\_rhino\\_gets\\_replica\\_horns\\_in\\_attempt\\_to\\_foil\\_thieves\\_1\\_1663231](http://www.eveningnews24.co.uk/news/norwich_castle_rhino_gets_replica_horns_in_attempt_to_foil_thieves_1_1663231). Consultado en agosto 2015..... **729**

<b>Figura 384.</b> <i>Primeros moldes de plumas de paloma torcaz con silicona espesada con agente tixotrópico. Foto. Rita Gil.....</i>	<b>731</b>
<b>Figura 385.</b> <i>Pintado de una pluma con reserva y con pigmentos y agua aplicados con aerógrafo. Foto. Rita Gil.....</i>	<b>731</b>
<b>Figura 386.</b> <i>Extracción de una pluma del molde de silicona. Foto Rita Gil.....</i>	<b>732</b>
<b>Figura 387.</b> <i>Plumón de una pluma arrancado tras el desmoldeo. Foto. Rita Gil.....</i>	<b>732</b>
<b>Figura 388.</b> <i>Molde de reproducción de una pluma de paloma torcaz, pintado con pigmento en polvo sin aglutinar y con máscara de reserva para acuerele marca Talens. Foto Rita Gil.....</i>	<b>734</b>
<b>Figura 389.</b> <i>Resultado final de la pluma ya citada tras la extracción del molde, la cual presenta aún las rebabas de la resina epoxi que hay que eliminar. Foto Rita Gil. ....</i>	<b>734</b>
<b>Figura 390.</b> <i>Distintas pruebas de replicado de plumas: A) Reproducción de una pluma con Bentonita B) Pluma original, C) Pluma original, D) Pluma con gel de sílice y reserva E) Pluma con gel de sílice sin reserva F) Pluma original G) Pluma pintada en molde con pigmentos aglutinados con agua. H) Pluma pintada en molde con pigmentos en polvo sin reserva. Fotografías de Rita Gil. ....</i>	<b>735</b>
<b>Figura 391.</b> <i>Aplicación de ciclododecano al 10 % en White Spirit. Fotografías de Rita Gil .....</i>	<b>735</b>
<b>Figura 392. A)</b> <i>Aplicación de la silicona con espátula en la pluma de urraca B) Realización del segundo contramolde en escayola de la pluma de urraca. Fotografías de Rita Gil .....</i>	<b>736</b>
<b>Figura 393.</b> <i>Extracción de la pluma original del molde de silicona. Foto. Rita Gil .....</i>	<b>737</b>
<b>Figura 394.</b> <i>Realización del vaciado con resina epoxi. A) Anverso con una capa de resina B) Reverso con una capa de resina C) Tejido de fibra de vidrio como material de refuerzo. Fotografías de Rita Gil .....</i>	<b>737</b>
<b>Figura 395.</b> <i>Facsímiles de pluma de urraca. A) Pluma en resina epoxi pintada con Iriodin® y acuarela líquida. B) Pluma original C) Pluma con Iriodin® y anilina. Fotografías de Rita Gil. ....</i>	<b>738</b>
<b>Figura 396. A)</b> <i>Aplicación de ciclododecano con pincel. B) Molde ya terminado. Fotografías de Rita Gil .....</i>	<b>739</b>
<b>Figura 397.</b> <i>Dibujo de la primera pluma. Foto. Rita Gil. ....</i>	<b>739</b>
<b>Figura 398.</b> <i>Dibujo de la segunda pluma. Foto. Rita Gil .....</i>	<b>740</b>
<b>Figura 399.</b> <i>Resultado final de las plumas de guacamayo: anverso. A) Primera prueba, B) Pluma auténtica, C) Segunda prueba. Fotografías de Rita Gil.....</i>	<b>740</b>
<b>Figura 400.</b> <i>Resultado final de las plumas de guacamayo: reverso. A) Primera prueba, B) Pluma auténtica, C) Segunda prueba. Fotografías de Rita Gil.....</i>	<b>741</b>
<b>Figura 401.</b> <i>Ejemplo de malla pendiente de construir. Foto. Rita Gil .....</i>	<b>742</b>
<b>Figura 402.</b> <i>Pluma escaneada adquirida en la empresa Formeit. Foto Rita Gil.....</i>	<b>743</b>



- Figura 403.** *Distintas fases de la reconstrucción de unas orejas con papel japonés recubierto de pelo.* Disponible en: Umpleby, S. (2010). Replicating Skin Textures and Fur using Japanese Paper. *ICON News*, 26. pp. 32-34. ....746
- Figura 404.** *Reconstrucción de una pata de avestruz.* Disponible en: Umpleby, S. (2010). Replicating Skin Textures and Fur using Japanese Paper. *ICON News*, 26. pp. 32-34. ....746
- Figura 405.** *En la imagen izq., reintegración con seda Habutae impresa. En el centro reintegración volumétrica con papel Kozo impreso (laguna superior) y Reemay impreso en la laguna inferior. A la derecha el reverso de la pluma del centro.* Disponible en Lin, E. (2011). Loss Compensation in Damaged Feathers. *ICOM. Ethnographic Conservation Newsletter*, 32, pp. 2-7. ....748
- Figura 406.** *Repintado parece ser generalizado de una pata de águila.* Disponible en: Thiney, J. (2002). Le spécimen naturalisé et sa restauration. *La lettre de l'Ocim, Hors-serie Diciembre 2002, Taxidermie*, pp. 97-101. ....754
- Figura 407.** *Molécula de tinte según Linda Knutson, 1982, citado por AMNH conservator, 2014.* AMNH Conservator, (2014, 8 de julio). In their true color. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy. A horse of a different color – researching colorants for recoloring taxidermy. Disponible en <https://intheirtuecolors.wordpress.com/2014/07/08/a-horse-of-a-different-color-researching-colorants-for-recoloring-taxidermy/> [2014, 12 de septiembre]. ....759
- Figura 408.** *Reintegración cromática de una pluma blanca con pinturas pastel.* Macías, S. y Blas, C. (2012). Restauración de objetos con plumas en las colecciones del acervo etnográfico del museo nacional de antropología. En IX Foro Académico de Ciencias, Creación y Restauración. Escuela de Conservación y Restauración de Occidente. 31 de octubre, 1 y 2 de noviembre del 2012. Guadalajara, Jalisco, Méjico. Disponible en [http://www.ecro.edu.mx/pdf/pdf\\_memorias/samira\\_macias.pdf](http://www.ecro.edu.mx/pdf/pdf_memorias/samira_macias.pdf). [2015, 13 marzo]. ....762
- Figura 409.** *Reintegración cromática del plumaje metalizado de una paloma.* Disponible en Palumbo, B. (2012). The restoration of color to avian mounts. *Collection Forum*, 26 (1-2). pp. 50-59. ....764
- Figura 410.** *Aplicación de distintos colores. Izquierda pelo de bisonte sin tratar. Centro, pelo tratado con pintura acrílica y derecha, pelo tratado con tintes Orasol.* [En línea]. AMNH Conservator, (2014, 8 de julio). In their true color. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy. A horse of a different color – researching colorants for recoloring taxidermy. Disponible en <https://intheirtuecolors.wordpress.com/2014/07/08/a-horse-of-a-different-color-researching-colorants-for-recoloring-taxidermy/> [2014, 12 de septiembre]. ....766
- Figura 411.** *En este ejemplar de visón donde la luz no ha incidido (cola, y la parte inferior) se conserva mejor el color original (Pollak, et. al, 2012)* Pollak, R., J. Sybalsky., E. Nunan, J. Levinson, L. Elkin, and C. Rogge. (2012). Developing new methods for recoloring faded taxidermy specimens at the American Museum of Natural History. Poster presentado at the AIC 40th Annual Conference, Albuquerque, NM. Disponible en <http://intheirtuecolors.wordpress.com/> [2014, 25 de julio]. ....768
- Figura 412.** *Coyote antes y después de la reintegración con tintes Orasol.* Pollak, R., J. Sybalsky., E. Nunan, J. Levinson, L. Elkin, and C. Rogge. (2012). Developing new methods for recoloring faded

taxidermy specimens at the American Museum of Natural History. Poster presentado at the AIC 40th Annual Conference, Albuquerque, NM. Disponible en <http://intheirtruecolors.wordpress.com/> [2014, 25 de julio] ..... **768**

**Figura 413.** *Detalle del hurón ya mencionado, antes y después de la intervención.* AMNH Conservator, (2014, 23 de abril). In their true color. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy. Introducing the recoloring taxidermy research project. Disponible en <https://intheirtruecolors.wordpress.com/2014/04/23/introducing-the-recoloring-taxidermy-research-project/> [2014, 12 de septiembre]. ..... **768**

**Figura 414.** *Aplicación del tinte con aerógrafo.* AMNH Conservator, (2014, 1 de junio). In their true color. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy Renovation of the bernard family hall of north american mammals part ii: unique challenges in restoring faded taxidermy. Disponible en <https://intheirtruecolors.wordpress.com/category/uncategorized/> [2014, 12 de septiembre]. ..... **769**

**Figura 415.** *Reintegración lumínica con leds.* Coron, G., Vienot, F., Lavedrine, B. (2010). Restitution des couleurs d'un objet al téré par un éclairage à base de diodes électroluminescentes. Support. Tracé, 1, pp. 82-88..... **773**

**Figura 416.** *Buitre leonado restaurado por Taxidermia Garoz. 2010. A) Previo. B) Tras la restauración. Las patas y el pico han sido repintados.* Taxidermia Garoz. Imágenes facilitadas por Josefina Barreiro..... **775**

**Figura 417.** *Piel del elefante de Bru repintada en su totalidad.* [En línea]. Disponible en [http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Visitasvirtuales/seccion=1187&idioma=es\\_ES.do](http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Visitasvirtuales/seccion=1187&idioma=es_ES.do) ..... **776**

**Figura 418.** *Aplicación de "Johnsons Super Plume Spray" a una pluma de paloma A) aspecto de la pluma bajo microscopio. B) Aspecto de la pluma con la aplicación del producto. La zona limpia se ve más viva de color.* Fotografías de Rita Gil..... **787**

**Figura 419.** *Aplicación de "Johnsons Super Plume Spray" a una pluma de urraca. A) aspecto de la pluma bajo microscopio. La agrupación de las barbas se debe a la limpieza con alcohol. Es importante peinar las barbas antes de aplicar cualquier producto o tras una limpieza con disolvente .B) Aspecto de la pluma con la aplicación del producto.* Fotografías de Rita Gil. .... **787**

**Figura 420.** *Aspecto de un Anade Real "Anas clypeata" del MNCN tras la restauración por Taxidermia Garoz en 2010. Superior: antes de la intervención. Inferior: Después de la intervención, donde se puede percibir la pérdida de las iridiscencias tras la restauración.* Taxidermia Garoz. Imágenes facilitadas por Josefina Barreiro..... **789**

**Figura 421.** *Maria Hita Bohajar aplicando el producto mencionado sobre la cresta policromada de un gallo.* Foto. de Rita Gil..... **790**

**Figura 422.** *A) Piel de Búfalo tratada con el método Curator (izq. parte tratada, derecha, parte sin tratar) B) Calorimetría diferencial de barrido (CDB. Hita, M. y Mezcua, E. (2001). Recuperación de las pieles. Método Curator. Investigación y Ciencia. pp. 40-41.)* ..... **793**

**Figura 423.** *"WTF" Obra de Enrique Gómez de Molina. 2008. [En línea]. Enrique Gómez Molina. Disponible en <http://www.enriquegomezdemolina.com/>* ..... **819**

**Figura 424.** *Ejemplos de taxidermia conocida como “low cost”* [En línea]. Sad an d Useless. (s.f.). The most depressive humor site on the internet. Low Budget Taxidermy. Disponible en <http://www.sadanduseless.com/2014/04/low-budget-taxidermy/> .....**819**

**Figura 425.** *Bolso en forma de cerdito* [En línea] Crazy Odd. Weird handbag ever. Disponible en [http://krazyodd.blogspot.com.es/2010\\_08\\_01\\_archive.html](http://krazyodd.blogspot.com.es/2010_08_01_archive.html).....**820**

## BIBLIOGRAFÍA





## 21 BIBLIOGRAFÍA

### Monografías y libros impresos

- Aguirre, E. (1991). Introducción (13-47) en Barreiro, A. J. 1992. *El Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1771-1935*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Aranjuez, España: Ediciones Doce Calles.
- Alfegeme, O. y García, I. (2012). Una soldadura láser para Oteiza. En Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, (Ed.). *Conservación de Arte Contemporáneo. 13ª Jornada*. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. (pp. 179-185). Madrid, España: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía.
- Alonso, L. y García, I. (2010). *Diseño de exposiciones. Concepto, instalación y montaje*. (2ª ed.). Madrid, España: Alianza Editorial S.A.
- Aragón, S. (2005). *El zoológico del Museo de Ciencias Naturales de Madrid: Mariano de la Paz Graells (1808-1898), la sociedad de aclimatación y los animales útiles*. Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Aragón, S. (2014). *En la piel de un animal. El Museo Nacional de Ciencias Naturales y sus colecciones de taxidermia*. Madrid, España: Pedro Miguel Sánchez Moreno.
- Arias, E. (2011). Restauración del conjunto de ocho leones de bronce dorado del Museo Nacional del Prado. Aportaciones a su historia a través de su restauración. En Secretaría General Técnica Subdirección General de Documentación y Publicaciones y Grupo español de conservación (Eds.). *IV Congreso Latinoamericano de Conservación y Restauración de Metal*. Madrid, del 13 al 17 de septiembre de 2011. (pp. 233-250). [n.d].
- Barreiro, A. (1944). *El Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Madrid, España: CSIC. Disponible en: <http://bibdigital.rjb.csic.es/spa/Libro.php?Libro=3607&Hojas=>
- Barreiro, A. J. 1992. *El Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1771-1935*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Aranjuez, España: Ediciones Doce Calles.
- Barros, J.M. (2005). *Imágenes y sedimentos: La limpieza en la conservación del patrimonio pictórico*. Valencia (España): Institució Alfons el Magnànim
- Browne, M. (1884). *Practical taxidermy : a manual of instruction to the amateur in collecting, preserving, and setting up Natural History specimens of all kinds, to which is added a chapter upon the pictorial arrangement of museums* (2ª ed.). Londres, Reino Unido: L. Upcott Gill..



- Calatayud, M<sup>a</sup>.A. (1987). *Catálogo de los documentos del Real Gabinete de Historia Natural (1752-1786): fondos del Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Madrid, España: CSIC.
- Calvo, A. (2002). *Conservación y restauración de pintura sobre lienzo* (1<sup>a</sup> ed.). Barcelona, España: El Serbal.
- Cameron, E., Spriggs J. y Wills, B. (2006). The conservation of archaeological leather. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 244-263). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Cano, E., Lafuente, D., Pérez, J., Llanos, M<sup>a</sup>., Martínez, I., Traver, et. al. (2013). Conservación-restauración del patrimonio cultural metálico por técnicas electroquímicas: desarrollo de una metodología específica adaptada al diagnóstico y tratamiento (CREMEL). En Ministerio de Educación Cultura y deporte, (Ed.) *La Ciencia y el Arte IV. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio*. (pp. 268-272.). Madrid, España: Ministerio de Educación Cultura y deporte.
- Carretero, J.M., García, R., Juez, L., Rodríguez y Santos, E., (2010). 4.4. La tomografía axial computarizada (TAC) y su utilidad para el estudio, conservación y difusión del Patrimonio Paleontológico. Algunos ejemplos de la Sierra de Atapuerca. En Ministerio de Cultura (Ed.), *La Ciencia y el Arte II. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*. (pp.196-204). Madrid, España: Ministerio de cultura.
- Carter, D y Walker, A. K. (1999). Collection environment. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 139-151). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann
- Ceballos, L. (1996). Procedimientos estudiados para la conservación de una piel de bisonte policromada, perteneciente a la Casa-Museo de Sagamore-Hill, EEUU. En XI Congreso de Conservación y restauración de bienes culturales. Castellón, 3-6 de octubre de 1996. Diputació de Castelló. pp. 243-255.
- Cornish, L. y Jones, C. G. Laser cleaning of natural history specimens and subsequent SEM examination. En Townsened, J. Eremín, K. y Adriaens, A. (eds.). *Conservation Science 2002*. (pp. 101-106). Londres, Reino Unido: Archetype publications Ltd.
- Covington, A.D. (2006). The chemistry of tanning materials. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 22-35). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann
- Custer, E. (1885). *Boots and Saddles Or, Life in Dakota with General Custer*. Nueva York (EEUU): Harper & brothers.
- Davie, O. (1882). *Methods in the art of Taxidermy*, Philadelphia, EEUU: David McKay

- Díaz, S. (2012). Conservación in situ para restos bioarqueológicos, óseos y momificados. Preservar desde el principio. En Ministerio de Cultura (Ed.). *Momias. Manual de buenas prácticas para su preservación* (pp. 45-61). Madrid, España: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, Subdirección General.
- Díaz, S. y García, E., (s.f.). *Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico*. Madrid, España: Ministerio de Cultura.
- Dickinson, J. (2006). Taxidermy. En Kite, M y Thomson, R. (Ed.) *Conservation of leather and related materials*. (pp. 130-140). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- França de Sá, S., Ramos, A. Macedo, R. y Lia, J. (2012). Conservación de una escultura en poliuretano: reconstrucción del proceso creativo. En Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (Ed.). *Conservación de Arte Contemporáneo 13ª Jornada*. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (pp. 87-101). Madrid, España: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía.
- García M., M. (2012). Objetos o sujetos ¿Qué significado tienen las momias?.. En Ministerio de Cultura (Ed.). *Momias. Manual de buenas prácticas para su preservación* (pp. 15-30). Madrid, España: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, Subdirección General.
- García, H. (1994). La restauración de materiales arqueológicos del COPHIAM LQNT 2. 1994. Alicante. pp. 219-224
- Gómez, M. (2014). La restauración. *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. (6ª ed.). Madrid, España: Ediciones Cátedra.
- Goñi, M. (1960). *Taxidermia general*. La Coruña, España: El Ideal Gallego. o [s.n]
- Gose, P. (2004). *Aguas mortíferas, cerros hambrientos. Ritos agrarios y formación de clases en un pueblo andino*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
- Graemer, R. y Kite, M. (2006). The tanning, dressing and conservation of exotic, aquatic and feathered skins. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 170-183). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Haines, B.M. (2006). The fibre structure of leather. En Kite, M y Thomson, R. (Ed.) *Conservation of leather and related materials*. (pp. 11-21). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Hanacziwskyj P., Horie, V. y Shuttleworth, C. (1991). Taxidermy treatments and their effect on tensile properties of skin. in *Leather, its Composition and Changes with Time*. En C. Calnan and B. Haines (eds.). (pp 51-55). The Leather Conservation Center, Northampton, Inglaterra. [n.d]
- Hangay, G. y Dinglay, M. (1985). *Biological Museum Methods Volume 1 Vertebrates*. Sydney, Australia: Academic Press.

- Heiberger, B. (2002). Caring for fur at the Museum of London. En: M M Wright, Ed. *The Conservation of Fur, Feathers and Skin, Proceedings of the Conservators of Ethnographic Artefacts*. Seminar, 11 December 2000. Londres: Archetype Publications, pp. 88-92
- Hendry, D. (1999). Vertebrates. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 1-36). Oxford, Reino Unido: Butterworth Heinemann
- Horie, V. (1988). *Conservation of natural history specimens-vertebrates*, Manchester, Reino Unido: C. V. Horie and R. G. Murphy, Eds. Manchester, Reino Unido: University of Manchester.
- Huertas, M. (2010). *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I*. Madrid, España: Akal.
- Jonas Brothers, (1977). Catálogo comercial. (2ª ed.). Denver, Colorado (EEUU): Brothers, Inc,
- Juanes, D. (2010). La tomografía axial computerizada. Estudio de escultura de madera. En Ministerio de Cultura (Ed.). *La Ciencia y el Arte II. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico* (pp.196-204). Madrid, España: Ministerio de cultura.
- Kish, J (1978). *The Jonas technique, volume two. Mammals, anatomy, sculpture and mounting*. EEUU: Onno Van Veen.
- Kish, J (1980). *The Jonas technique, volume one. Bird mounting*. (2ª ed). EEUU: Onno Van Veen.
- Kite, M. (2006). Collagen products: glues, gelatine, gut membrane and sausage casings. En Kite, M. y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 192-197). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann
- Kite, M. (2006b). Furs and furriery: history, techniques and conservation. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 141-169). Londres, UK: Butterworth-Heinemann
- Kite, M., Thomson, R. y Angus, A. (2006). Materials and techniques: past and present. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 121-129). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- krzyszkowska, O. (1990). *Ivory and related materials: an illustrated guide*. The Institute of Classical Studies, Classical Handbook 3, Bulletin Supplement 59, Londres, Reino Unido: [n.d.]
- León, G. (2011). *Bioseguridad en el manejo de tóxicos en el arte y otros ámbitos*. Asunción, Paraguay: Artes Gráficas Zamphirópolis S.A.
- Lobato, D. y Ercilla P. (2012). Problemática de la fragilidad estructural por degradación de la resina de poliéster. Caso práctico: *Le Diamant*, de Jacques Carelman. En Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (Ed.). *Conservación de Arte Contemporáneo 13ª Jornada*. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (pp. 141-161). Madrid, España: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía.

- Macarrón, A. (2002). *Historia de la conservación y restauración. Desde la antigüedad hasta el siglo XX*. (2ª ed.). Madrid, España: Tecnos
- Macarrón, A. (2008). *Conservación del patrimonio cultural: criterios y normativas*. (1ª ed.). Madrid, España: Síntesis.
- Macarrón, A. y González, A. (2004). *La conservación y la restauración en el siglo XX*. (2ª ed.). Madrid, España: Tecnos.
- Macarrón, A. y González, A. (2011). *La conservación y la restauración en el siglo XX*. (3ª ed.). Madrid, España: Tecnos.
- Macías, S. y Blas, C. (2012). Restauración de objetos con plumas en las colecciones del acervo etnográfico del museo nacional de antropología. En IX Foro Académico de Ciencias, Creación y Restauración. Escuela de Conservación y Restauración de Occidente. 31 de octubre, 1 y 2 de noviembre del 2012. Guadalajara, Jalisco, Méjico. Disponible en [http://www.ecro.edu.mx/pdf/pdf\\_memorias/samira\\_macias.pdf](http://www.ecro.edu.mx/pdf/pdf_memorias/samira_macias.pdf). [2015, 13 marzo].
- Maekawa, S. (2012). Las salas de exposición y almacenes para restos momificados. En Ministerio de Cultura (Ed.). *Momias. Manual de buenas prácticas para su preservación* (pp. 133-145). Madrid, España: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, Subdirección General.
- Maigret, J. (2002). Les collections et le droit à l'environnement, le point de vue d'un conservateur. *La lettre de l'Ocim*, Hors-serie Diciembre 2002, Taxidermie, .p. 88.
- Manesse, (1787). *Traité sur la maniere d'empailler et de conserver les animaux, les pelleteries et les laines*. Paris: chez Guillot. Francia París.
- Mason, J. y Graham, F. (2005). A Review of Feather Cleaning Methods. En M. Brunn y J. Burns, (eds.). *Fur Trade Legacy: the Preservation of Organic Materials*, Canadian Association for Conservation of Cultural Property, 17-18 May, 2005 Jasper, Canada, pp 79-96.
- Matteini, M. y Moles, A. (2001). *Ciencia y restauración. Método de investigación*. Libro traducido publicado de otro en italiano de 1984. Sevilla, España: Nerea.
- Menor, C. (2012). *Microscopía química clásica aplicaciones en la determinación de metales y minerales*. DOI 10.7597/acopios2171-7788.2012.CMS
- Merchant, R (2005). *A Guide to the Restoration of Antique Taxidermy Specimens*. Ed. Rex Merchant y Norman Cottage.
- Moller, G. (1989). Eskimo clothing from Quilakistoq. En J. P. Hart Hansen y H.C. Gullov (Eds.). *The Mummies from Qilakitsoq - Eskimos in the 15th Century* (pp. 23-46.). Copenague, Dinamarca: J. P. Hart Hansen y H.C. Gullov.

- Morales, R., Blanco, P., Lalana, P. Pardo, M. y Valentín, N. (2013). Extractos naturales para la desinfección y desinsectación de bienes culturales. Las plantas medicinales y el patrimonio histórico. En Ministerio de Educación Cultura y deporte, (Ed.) *La Ciencia y el Arte IV. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. (pp. 148-162). Madrid, España: Ministerio de Educación Cultura y deporte.
- Morris, P (2010). *A History of Taxidermy: Art, Science and Bad Taste*. Londres, Reino Unido: MPM Publishing Ascot.
- Myhre, J., Svendstrup, L., y Hart, J. (1989). Histological investigations of mummified human tissue from quilakistoq. En J. P. Hart Hansen y H.C. Gullov (Eds.), *The Mummies from Qilakitsoq - Eskimos in the 15th Century* (pp. 106-108). Copenague, Dinamarca: J. P. Hart Hansen y H.C. Gullov.
- Nicolas, P.F. (1800). *Méthode de préparer et conserver les animaux de toutes les clases*. Paris, Francia: Chez F. Buisson
- Odegaard, N, Carroll, C., y Zimmt, W. (2000). *Material characterization tests for objects of art and archaeology*. Londres, Reino Unido: Archetype Publications.
- Pasés, T. (2013). La conservación de materiales óseos: antiguos tratamientos y nuevas alternativas de intervención Trinidad Pasés Oviedo Museo de Prehistoria de Valencia. En Ministerio de Educación Cultura y deporte (Ed.) *La Ciencia y el Arte IV. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. (pp. 298-305). Madrid, España: Ministerio de Educación Cultura y deporte.
- Pavao, L. (2001). *Cuadernos técnicos. Conservación de colecciones de fotografía*. (Ed. 2001). Granada, España: Junta de Andalucía
- Pimentel, J. (2010). *El Rinoceronte y el Megaterio. Un ensayo de morfología histórica*, Madrid, España: Abada Editores.
- Pinniger, D. y Harmon, J. (1999). Pest management, prevention and control. En Carter, D. y Walker, A. (eds), *Care and Conservation of Natural History Collections*. (pp. 152-176). Oxford, Reino Unido: Butterwoth Heinemann
- Quevedo, F, Hdez.-Camacho, J., Muñoz-Saba, J. y Simmons, E. (2005). Curtiembre de pieles. En Simmons, E. y Muñoz-Saba, Y., Ed. *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia (pp. 76-88).
- Rae, A. y Wills, B. (2002). Love a Duck: the Conservation of Feathered Skins. En: M Wright, Ed. *The Conservation of Fur, Feathers and Skin, Proceedings of the Conservators of Ethnographic Artefacts Seminar*, 11 Diciembre, 2000. Londres: Archetype Publications, pp 43-61.

- Raines, J. (1968). Appendix VIII, First aid measures. A care and protection against infection and poisons. En Reginal Wagstaffe y J. Havelock Filder (Ed), *The Preservation of Natural History Specimen*, pp. 386-389. Londres, Reino Unido: Reginal Wagstaffe y J. Havelock Filder.
- Richardson, H (2002). The conservation of Plains Indian shirts at the ational Museum of the American Indian, Smithsonian Institution. En: M Wright, Ed. *The Conservation of Fur, Feathers and Skin, Proceedings of the Conservators of Ethnographic Artefacts*. Seminar, 11 Diciembre, 2000. Londres: Archetype Publications, pp 7-24.
- Rubio, M.J. (2001). *Familia Benedito. Un siglo de taxidermia y arte en la caza*. Badajoz, España: Ifeba
- Rufino, R. (2012). Métodos de evaluación para el diagnóstico de alteraciones. En Ministerio de Educación, Cultura y Deporte *Momias. Manual de buenas prácticas para su preservación* (1ª ed.), pp. 65-77). Madrid: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, Subdirección General.
- Sánchez, A. (2012). *Restauración de obras de arte: pintura de caballete*. Madrid, España: Ediciones Akal
- Santacana, J. y Hernández, F., (2011). Introducción en *Museos de historia. Entre la taxidermia y el nomadismo. Una historia disecada: entre la taxidermia y el nomadismo*. Disponible en <http://www.trea.es/material/descargas/Introduccionmuseosdehistoria.pdf> consultado 10-07-2011
- Schaeuffelhut, S., Tello, H. y Schneider, S. (2002). Cleaning of Feathers from the Ethnological Museum, Berlin. En: M M Wright, Ed. *The Conservation of Fur, Feathers and Skin, Proceedings of the Conservators of Ethnographic Artefacts Seminar*, 11 December 2000. Londres, Inglaterra: Archetype Publications, pp 62-68.
- Senar, J. C. (2004) Mucho más que plumas. *Monografies del Museu de Ciències Naturals*, 2. Barcelona, España: A. Omedes.
- Simmons y Muñoz-Saba, (2005). Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas. Ed. John Simmons & Janeth Muñoz-Saba. Bogotá, Colombia: John Simmons & Janeth Muñoz-Saba
- Smithsonian contributions to museum conservation number 1 Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation, Appendix: Common Museum Pesticides", pág. 71-72
- Solajic et al., (2002). Solajic, M.R; Pretzel, B; Cooper, M; Townsend, J.H; Seddon, T; Ruppel, J; Ostapkowicz, J; Parker, T, 2002. A Collaborative Examination of the Colourfastness of Amazonian Featherwork: Assessing the Effects of Exposure to Light and Laser Radiation. In: *ICOM-CC 13th Triennial Meeting*, Rio de Janeiro, 22-27 September 2002, \0111, Londres: James and James, pp 701-707.
- Storch, P. (2004). Caring for American Indian objects : a practical and cultural guide, 2004, p. 119-125 Chapter: Quills, Horn, Hair, Feathers, Claws, and Baleen Author: Storch, P. . Edition: Publisher: St. Paul, Minn: Minnesota Historical Society Press



- Thomson, R. (2006). The manufacture of leather. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 66-81). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann
- Thomson, R. (2006b). The nature and properties of leather. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 1-3). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann
- Villaverde, A. y Pérez, J. (1958). *El arte de disecar (taxidermia)*. (1ª ed). Barcelona, España: Librería Síntesis
- Waterton, C. (1825). *Wanderings in South America*. Londres, Reino Unido: J. Mawman.
- Woods, C. (2006). The conservation of parchment. En Kite, M y Thomson, R. Ed. *Conservation of leather and related materials*. (pp. 1-3). Londres, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.

### Enciclopedias, diccionarios y otros

---

- 3M (s.f.). Steri-Strips.. Disponible en [http://solutions.3m.com/ve/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1326903554000&univid=1319218995831&fallback=true&assetType=MMM\\_Image&locale=es\\_VE&blobAttribute=ImageFile&placelid=7BC6E48B1800280B808C7DB5BF394590&version=current](http://solutions.3m.com/ve/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1326903554000&univid=1319218995831&fallback=true&assetType=MMM_Image&locale=es_VE&blobAttribute=ImageFile&placelid=7BC6E48B1800280B808C7DB5BF394590&version=current) [2015, 13 agosto]
- Calvo, A. (1997). *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z*. (1ª ed.). Barcelona, España: El Serbal.
- Clínica Universidad de Navarra (2015). Diccionario médico. microcirugía. Disponible en <http://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/microcirugia> [2015, 07 agosto]
- Cosida. (s.f.) *Diccionario Manual de la Lengua Española* Vox. (2007). Disponible en <http://es.thefreedictionary.com/cosida> [2015, 12 de octubre]
- Diccionario Enciclopédico Vox 1. © 2009 Larousse Editorial, S.L). ética
- Diccionario Enciclopédico Vox 1. © 2009 Larousse Editorial, S.L. Diccionario
- Diccionario Enciclopédico Vox 1., (2009). Anisotropía. Disponible en <http://es.thefreedictionary.com/anisotrop%C3%ADa>
- Diccionario de la Lengua Española Espasa Calpe (2005). Microcirugía. Consultado en agosto de 2015. Disponible en <http://www.wordreference.com/definicion/microcirug%C3%ADa> del Diccionario de la lengua española © 2005 Espasa-Calpe.

- Madrona, J. (2015). *Vademécum del conservador. Terminología aplicada a la conservación del Patrimonio Cultural*. Madrid, España: Tecnos.
- Polievert (s.f.). Archibond tissue [http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/mc/polyevart/materiales/ARCHIBOND\\_sin\\_soporte.pdf](http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/mc/polyevart/materiales/ARCHIBOND_sin_soporte.pdf) [2015, 13 septiembre]
- RAE (2012). Disponibles en <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?id=UcYOHVAOxDXX25CsmgLB> [2015, 6 de abril]
- Real Academia Española. Diccionario de autoridades (1726-1739). Tomo IV. (1734).. Disponible en <http://web.frl.es/DA.html> [2014, 15 diciembre]
- Viñas, S., Pons, J. y Gironés, I. (2014). *Diccionario técnico Akal de materiales de restauración*. Madrid, España: Akal.
- Wikipedia (2005). Anisotropía. Consultado en agosto 2015. Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Anisotrop%C3%Ada> [2015, 17 agosto]
- Wikipedia (2013). Goma gellan. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Goma\\_gellan](http://es.wikipedia.org/wiki/Goma_gellan) Recuperado 06-03-2014 [2014, 06 marzo]
- Wikipedia (2014). Adhesivos tisulares. Consultado en agosto 2015. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Adhesivos\\_tisulares](http://es.wikipedia.org/wiki/Adhesivos_tisulares) [2015, 17 agosto]
- Wikipedia (2014). Pezuña. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Pezu%C3%B1a> [2014, 01 enero]
- Wikipedia (2015). Cirugía. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Cirug%C3%ADa> [2015, 13 julio]
- Wikipedia (2015). Hocico. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/> [2015, 20 julio]
- Wikipedia (2015). Precipitadores electrostáticos. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitadores\\_electrost%C3%A1ticos](https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitadores_electrost%C3%A1ticos) [2015, 13 agosto]
- Wikipedia, (2013) Turacina. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Turacina>. [2015, 9 agosto]
- Wikipedia, (2014) Zoología. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Zoolog%C3%ADa> [2013, 22 diciembre]
- Wikipedia, (2015) Biología. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Biolog%C3%ADa> [2013, 14 diciembre]
- Wikipedia. (2015). Taxidermy. Disponible en <http://en.wikipedia.org/wiki/Taxidermy> [2014, 13 julio]

- Wordreference (s.f.) Microcirugía. Disponible en <http://www.wordreference.com/definicion/microcirug%C3%ADa> [2014, 13 de octubre].

## Tesis y otras disertaciones académicas

---

- Arnoldsson, M. (2012). *Rengoring av fjäder med losningsmedel: en undersökning som uppmärksammar naturliga oljor från uropygialkörteln* (The cleaning of feathers with solvents: an investigation focussing on natural preen oils from the uropygial gland). Under-graduate Dissertation, Tesina de licenciatura University of Gothenburg, in Swedish with Abstract in English, unpublished. Disponible en <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/29399>
- Borgudd, J. (2003). *Mechanical properties of bird feathers - Influence of UV-Radiation and Mechanical Fatigue*. Disertación de master, Lund University, Lund, Suecia. Recuperada de <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=3566711&fileId=3957801>
- Gil, R. (2007). *Problemas de conservación en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid (valoración de urgencia de intervención)*. Tesina de DEA no publicada. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Marco, M. (1997). *Estudio y análisis de los museos y colecciones museográficas de la provincia de Alicante*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante, España. Recuperada de <http://www.cervantesvirtual.com/obra/estudio-y-analisis-de-los-museos-y-colecciones-museograficas-de-la-provincia-de-alicante--0/>
- Oliveira, V. (2010). *O Museu de História Natural do Real Colégio de Nossa Senhora da Graça dos Meninos Órfãos da Cidade do Porto*. Disertación doctoral no publicada. Universidade Católica Portuguesa, Escola das Artes, Oporto, Portugal.
- Pastor, M., (2013). *Estudio de sistemas de y tratamientos de estabilización de capas pictóricas no protegidas en pintura contemporánea. Criterios y metodologías de actuación*. Tesis doctoral no publicada. UPV. Valencia, España.
- Plaza, G. (2004). *Comportamiento termo-higro-mecánico de las fibras de seda de araña*. [Resumen]. Tesis doctoral no publicada. Universidad Politécnica de Madrid
- Quiñones, M. (2008). *Restauración de las lámparas de la sinagoga de Iorca*. Realización de un montaje expositivo de vidrio arqueológico sobre resina. Trabajo fin de máster. UPV. Valencia, España

- Sanz, E. (2005). *El vidrio como materia escultórica. Técnicas de fusión, termoformado, casting y pasta de vidrio*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. Recuperada de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/bba/ucm-t28905.pdf>

## Documentación de archivo

- Ángel Severini (1884) Factura de unas piezas de Historia Natural para la Casa Real. Ref. Legajo 5228-13. Patrimonio Nacional. Archivo de Palacio Real.
- Benedito, J.M<sup>a</sup>. (1916). Correspondencia entre Juan L. de Ibarra y José M<sup>a</sup> Benedito, sobre la entrega de materiales del terreno donde se cazó un grupo de lince y el envío al Museo de dos lobos, indicando Benedito como deben prepararse para su conservación. Juan Luis de Ibarra. José María Benedito Vives; Museo Nacional de Ciencias Naturales (España) Laboratorio de Disección; Museo Nacional de Ciencias Naturales (España) Sección de Osteozoología. Navas de la Condesa Ciudad Real Madrid. 1915-12-14/1916-02-02 Doc. 2. Ref. ACN 0295 006. Archivo del MNCN-CSIC.
- Benedito, L. (1925a). Memoria de Luis Benedito sobre las labores en el Jardín Botánico de la piel del elefante. Ref. ACN 0296 002. Archivo del MNCN-CSIC.
- Benedito, L. 1925b.) Diario del escultor taxidermista, Luis Benedito, del montaje en el Real Jardín Botánico de la piel del elefante africano regalada al Museo por el Duque de Alba. Ref. ACN 0296 003. Archivo del MNCN-CSIC.
- Copiador de cartas. Registro de Correspondencia. Quinto cuaderno Ref. ACN0051/001. . Archivo del MNCN-CSIC.
- Molina, X (1785). Copiados de cartas. Cuaderno número 19 del 13 abril de 1785. Archivo MNCN-CSIC.
- García, A. (1805). Cuenta de 1805 de Antonio García Maestro, carpintero de la Real Casa, por los trabajos realizados en el Real Palacio de Aranjuez, donde se incluye en el listado de arreglos, la realización de un zócalo para colocar una gallina disecada en el cuarto del príncipe. Ref. Casa, legajo 81. Patrimonio Nacional. Archivo de Palacio Real.
- Dávila, P. (1776). Nómina echa de orden del Rey Nuestro Señor, por Don Pedro Franco Dávila Director del Real Gabinete de historia Natural para que los Señores Virreyes, Gobernadores... puedan hacer, recoger, preparar y enviar a Madrid de todas las producciones de la naturaleza que se encuentran en las tierras y pueblos de sus distritos para que se coloquen en el Real Museo...]. INSTRUCCIÓN N<sup>o</sup> 276 DEL 2 DE FEBRERO DE 1776 FIRMADA EN MADRID Real Gabinete de

Historia Natural. Pedro (1711-1786) Franco Dávila. Madrid. 1777-02-02 Disponible en Museo Nacional de Ciencias Naturales. Archivo Instituto Cajal. Archivo (ACN0059/001)

- Dut, J.R. (1869) Partes semanales de los trabajos efectuados en el Laboratorio de Disección, que presenta el Disecador primero, Juan Ramón Dut, al Director del Museo de Ciencias, Lucas Tornos Madrid. 1869-01-16/1869-05-08. Doc. 19-20. Ref. ACN 0297 008. Archivo del MNCN-CSIC.
- Dut, J.R. (29 Agosto 1868b) Partes semanales de los trabajos efectuados en el Laboratorio de Disección, que presenta el Disecador primero, Juan Ramón Dut, al Comisario Regio, Francisco Méndez Alvaro, y al Director del Museo, Lucas Tornos. Madrid., 1868-01-07/1868-12-19. 33. Doc. 12 Ref. ACN 0297 007. Archivo del MNCN-CSIC.
- Dut, J.R. (7 Agosto 1868a). Partes semanales de los trabajos efectuados en el Laboratorio de Disección, que presenta el Disecador primero, Juan Ramón Dut, al Comisario Regio, Francisco Méndez Alvaro, y al Director del Museo, Lucas Tornos. Madrid., 1868-01-07/1868-12-19. 33. Doc. 11 Ref. ACN 0297 007. Archivo del MNCN-CSIC.
- Lameyra, N. (1785). Expediente personal. Ref. Sección: PER. Caja 3879 Exp. 22. Patrimonio Nacional. Archivo de Palacio Real
- Navarro, A. (1955). Memoria sobre la ciencia de la Taxidermia y como debe complementarse con el arte de la Escultura. Ref. ACN0297/009. Archivo del MNCN-CSIC
- Benedito, L (s.f.) Notas de gasto del montaje del elefante africano donado por el duque de Alba al Museo de Ciencias. Refs. ACN 0296 005, ACN 0296 006, ACN 0296 007. Archivo MNCN-CSIC.
- Factura emitida por el taller "Sánchez y Sánchez, disecadores del Museo de Historia Natural" situado en la calle Mayor, 44, fechada en 1881 y firmada por Manuel Sánchez Ref. Legajo 5228-13. Patrimonio Nacional. Archivo de Palacio Real
- Ybarra, J.L. (1916) Correspondencia entre Juan L. de Ibarra y José M<sup>a</sup> Benedito, sobre la entrega de materiales del terreno donde se cazó un grupo de lince y el envío al Museo de dos lobos, indicando Benedito como deben prepararse para su conservación. Juan Luis de Ibarra. José María Benedito Vives; Museo Nacional de Ciencias Naturales (España) Laboratorio de Disección; Museo Nacional de Ciencias Naturales (España) Sección de Osteozoología. Navas de la Condesa Ciudad Real Madrid.. 1915-12-14/1916-02-02 Doc. 3. Ref. ACN 0295 006. Archivo del MNCN-CSIC.

## Prensa

- Actualidad Gráfica, (1952, 22 de junio). *Diario ABC*. p. 27.
- Actualidad Gráfica. (1945, 05 de junio). *Diario ABC*., p. 5.
- BBC Mundo (2012, 21 de junio). Imanes para limpiar derrames de crudo. *BBC Mundo*. [En línea]. Disponible en [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/06/120621\\_emulsiones\\_magneticas\\_am.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/06/120621_emulsiones_magneticas_am.shtml) [2015, 16 Marzo].
- Bolin, L. (1927, 20 de noviembre). Desde Londres. El escultor Benedito. *ABC, Blanco y Negro* p. 27. pp. 23-27.
- Castilla, A., (1984, 17 de Abril). El cuerpo disecado de la panda 'Shao-Shao', madre de 'Chu-Lin', vuelve el 12 de mayo al Zoológico. *Diario El País* [En línea]. Disponible en [http://elpais.com/diario/1984/04/17/madrid/451049058\\_850215.html](http://elpais.com/diario/1984/04/17/madrid/451049058_850215.html) [2015, 13 de febrero].
- Diario de Ibiza. es. (2009, 13 de enero). Cualquier animal disecado podrá ser descrito genéticamente gracias a su pelo. *Diario de Ibiza. es*. Disponible en <http://www.diariodeibiza.es/ciencia/2009/01/13/animal-disecado-podra-descrito-geneticamente-gracias-pelo/299138.html> [2012, 11 Enero]
- J.M.G. (1960, 13 de febrero). El Conde. *ABC, Blanco y Negro*, p. 36.
- López, A. (2002, 17 de Enero). Inundación en el arca de Noé. *Diario el País* [en línea] Disponible [http://elpais.com/diario/2002/01/17/madrid/1011270267\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2002/01/17/madrid/1011270267_850215.html), [2003, 17 agosto].
- Mata, J. (1928, 24 de junio). *La tortuga gigante de Gijón convertida en ejemplar del Museo ABC, Blanco y Negro*, p. 52. pp.51-54.
- Menéndez-Chacón. (1967, 8 de marzo). Visita a los Museos de Madrid. *Diario ABC*. p.85.
- Merino, A. (2000, 29 de julio) El otro arca. *El magazine del mundo* [en línea] Nº 44. Disponible en <http://www.elmundo.es/magazine/m44/textos/arca.html> [2003, 19 agosto].
- Merino, A. (2007). Chulin, un panda único. *El Mundo.es* [En línea] Disponible en <http://www.elmundo.es/especiales/2007/09/ciencia/pandas/chulin.html> [2015, 12 febrero].
- Montero, A. (2013, 22 de diciembre). Así es el pabellón de caza del Rey que costó 3, 4 millones de euros. *El Mundo*.. Disponible en <http://www.elmundo.es/loc/2013/12/22/52b4a7d722601da12f8b4573.html>. [2014, 20 Diciembre]



- Nemo. (1914, 22 de febrero). *La taxidermia en el Museo Nacional de Ciencias Naturales*. ABC, Blanco y Negro, pp. 15-18.
- Pascual, (2007, enero-marzo). Periódico del MNCN n.1. Pasión, ingenio y trabajo. Jesús Juez, restaurador departamento de exposiciones y programas públicos.
- Permanyer, L. (1991, 23 de octubre). Adiós al taxidermista. *La Vanguardia*, p. 4.
- Rico, J. (2007, 14 de Octubre). El Museo de los Horrores. *Diario el País Semanal*. pp. 34-44.
- Ventura, A. (2013, 17 de enero). Se respetó el contexto histórico en restos de los héroes: INAH. *El Universal*. Disponible en <http://archivo.eluniversal.com.mx/cultura/70830.html> [2015, 03 Enero]
- Wheler, R. (2012, 20 de octubre). Norwich Castle rhino gets replica horns in attempt to foil thieves. *Norwich evening news*. Disponible en [http://www.eveningnews24.co.uk/news/norwich\\_castle\\_rhino\\_gets\\_replica\\_horns\\_in\\_attempt\\_to\\_foil\\_thieves\\_1\\_1663231](http://www.eveningnews24.co.uk/news/norwich_castle_rhino_gets_replica_horns_in_attempt_to_foil_thieves_1_1663231). [2015, 20 Agosto]

## Manuales y folletos

---

- Ayala, E. (1948). *Manual del curtidor en cunicultura*. Ministerio de Agricultura. Servicio de Capacitación y propaganda. Madrid, España: Ministerio de Agricultura.
- Barreiro, J. González, Rey, (1994) – Las colecciones de vertebrados: uso y gestión. Manuales técnicos de Museología, Vol. 1 En Borja Sanchíz (Ed.). *Manual de catalogación y gestión de las colecciones científicas de historia natural*. 8pp. 21-80). Madrid, España: MNCN-CSIC.
- Bishop Museum. (1996). The Care of Feathers. Art Conservation Handout. Disponible en <http://www.bishopmuseum.org/research/pdfs/cnsv-feathers.pdf>
- Canadian Conservation Institute (1988). CCI Notes 8/3. Care of Mounted Specimens and Pelts. Ottawa, Canada: Canadian Conservation Institute. Disponible en <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/index-eng.aspx>
- Canadian Conservation Institute (CCI) (1992). CCI Notes 8/2 "Care of alum, vegetable, mineral tanned leather". Disponible en <https://www.cci-icc.gc.ca> [poner fecha recuperación]
- Canadian Conservation Institute (CCI) (1996). (CCI Notes 3.1). CCI Note 3/1 is part of CCI Notes Series 3 (The Museum Environment: Biological Factors) Disponible en [http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/3-1\\_e.pdf](http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/3-1_e.pdf)

- Canadian Conservation Institute (CCI) (2007a). CCI Notes 4/3 "Conservation of Wet Faunal Remains: Bone, Antler, and Ivory". Disponible en <https://www.cci-icc.gc.ca>
- Canadian Conservation Institute (CCI) (2007b). CCI Notes 9/1 "Recognizing Active Corrosion Introduction". Disponible en <https://www.cci-icc.gc.ca> [poner fecha recuperación]
- Canadian Conservation Institute (CCI) (2007c). CCI Notes 9/5 "Tannic Acid Treatment". Disponible en <https://www.cci-icc.gc.ca>
- Canadian Conservation Institute (CCI) (2007d). CCI Notes 9/8 "Mechanical Removal of Rust from Machined Ferrous Surfaces". Disponible en <https://www.cci-icc.gc.ca> [poner fecha recuperación]
- Canadian Conservation Institute (CCI) (2009). CCI Notes 8/3 "Care of Mounted Specimens and Pelts. Relative Humidity and Temperature". Disponible en <https://www.cci-icc.gc.ca> [poner fecha recuperación]
- Canadian Conservation Institute (CCI) (2010). CCI Notes 6/1 "Care of Ivory, Bone, Horn, and Antler". Disponible en <https://www.cci-icc.gc.ca> [poner fecha recuperación]
- Menéndez, S., García, A. y Vañó, E. (2009). Procedimientos para la protección radiológica para la manipulación de fuentes no encapsuladas utilizadas en la Instalación Radiactiva Central (IRC) de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).
- Minnesota Historical Society (MNHS). (s. f.). Bone, Antler, Ivory, and Teeth. Found in such items as tools, jewelry, and decorations. Disponible en [http://www.mnhs.org/preserve/conservation/connectingmn/docs\\_pdfs/repurposedbook-bone...\\_000.pdf](http://www.mnhs.org/preserve/conservation/connectingmn/docs_pdfs/repurposedbook-bone..._000.pdf)
- Museum Association of Newfoundland & Labrador (MANL) (2013?), MANL Note, Care of Collections. Preventive Conservation. Disponible en <http://www.manl.nf.ca/index.php/agm.html>
- National Park Service (NPS) (2001). NPS *Museum Handbook*, Part I. Appendix I: Curatorial Care of Archeological Objects.
- National Park Service (NPS) (2005). *Museum Handbook*, Parte I. Appendix T: Curatorial Care of Biological Collections.
- National Park Service (NPS). (1999). NPS *Museum Handbook*, Part I. Appendix Q: Curatorial Care of Natural History Collections.
- National Park Service (NPS). (2005b). NPS *Museum Handbook*, Part I. Appendix U: Curatorial Care of Paleontological and Geological Collections.

- National Park Service (NPS). (2006). *Conserve O Gram Sept 2006 Number 11/9 Handling And Care Of Dry Bird And Mammal Specimens Handling*. Disponible en <http://www.nps.gov/museum/publications/consveogram/11-09.pdf>
- National Park Service (NPS). (2006b). *Conserve O Gram Sept 2006 Number 11/7 (NPS, 11/7, 2006) Vertebrate Skeletons: Preparation and Storage Labeling Specimens*. Disponible en <http://www.nps.gov/museum/publications/consveogram/11-07.pdf>
- North American fur auctions (NAFA), (2012). *Wild Fur Pelt Handling Manual*. [En línea]. Disponible en [http://www.nafa.ca/wp-content/uploads/NAFA\\_PeltHandlingManual\\_2012-02.pdf](http://www.nafa.ca/wp-content/uploads/NAFA_PeltHandlingManual_2012-02.pdf)
- Society for the Preservation of Natural History Collections (SPNHC). (1994). *Guidelines for the Care of Natural History Collections*. Society for the Preservation of Natural History Collections Disponible en <http://cool.conservation-us.org/byorg/spnhc/spnhc1.html>. [28-4-2013].
- Texas historical comisión (2013 o s/f). *Basic guidelines for the preservation of historic artifacts*. Disponible en <http://www.thc.state.tx.us/>
- Wyoming Department of State Parks and Cultural Resources (2011). *Wyoming State Museum Collections Care Manual Wyoming Department of State Parks and Cultural Resources*. Disponible en <http://wyospcr.state.wy.us/Intranet/WSM%20Collections%20Care%20Manual.pdf>

## Bases de datos

---

- Base de datos en Access de la Restauración de las aves naturalizadas del MNCN-CSIC realizada por Garoz en 2010
- Base de datos en Access de la Restauración de los mamíferos naturalizadas del MNCN-CSIC realizada por Garoz en 2010
- Base de datos general de la Colección de Aves y mamíferos del MNCN-CSIC
- Kegley, Hill, Orme, Choi, 2010-2014) [http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Product.jsp?REG\\_NR=00043201153&DIST\\_NR=084112](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Product.jsp?REG_NR=00043201153&DIST_NR=084112) PAN Pesticides Database - Pesticide Products Citation: Kegley, S.E., Hill, B.R., Orme S., Choi A.H., PAN Pesticide Database, Pesticide Action Network, North America (Oakland, CA, 2014), <http://www.pesticideinfo.org>. © 2000-2014 Pesticide Action Network, North America. All rights reserved.

## Material docente

- Alonso, C. (2008). *Gestión y utilidad de las colecciones zoológicas*. Taxonomía aplicada 2008-2009. Colecciones zoológicas. Universidad Autónoma, 1-26.
- Baez, I. (2005). Apuntes clase. Introducción a la Conservación-restauración de obras de arte. (Curso
- Blanco, F. (s.f.) Proyecto fin de carrera. Plasticidad. Escuela de Minas. Universidad de Oviedo. Disponible en <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Practica6.PropiedadesArcillas.PLASTICIDAD.pdf>.
- Clara, M. (2008). Aves. Facultad de Ciencias. Sección Zoología de Vertebrados. Curso de Biología Animal Disponible en [http://zvert.fcien.edu.uy/nuevos\\_cursos/practico\\_08\\_y\\_09\\_aves.pdf](http://zvert.fcien.edu.uy/nuevos_cursos/practico_08_y_09_aves.pdf)
- Gil, F. y Ramírez, G. (2008). Anatomía interactiva de las aves: aspectos funcionales y clínicos. Anatomía veterinaria. Murcia, España. Consultado en agosto 2015. Disponible en <https://www.um.es/anatvet/interactividad/aaves/Esqueleto/Esqueleto.html>
- Hernández, J. (2010). Introducción a la toxicología. Toxicología alimentaria Diplomatura de Nutrición humana y dietética Curso 2010-2011. 1-11 Disponible en [https://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim\\_L1.pdf](https://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim_L1.pdf)
- Jubert A., Visintin, A., García, F., Soria B., Rodriguez, F., Vericat C. et al. (s.f.). Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Clase nº 12. Corrosión. Disponible en <http://www.ing.unlp.edu.ar/quimica/Clase%20N12.pdf>
- Odegaard, N. (2009). A General Overview of Pesticides, Testing, Mitigation, and Removal. Presentación. SAR. Disponible en [https://sarweb.org/media/files/nancy\\_odegaard\\_presentation.pdf](https://sarweb.org/media/files/nancy_odegaard_presentation.pdf)
- Rodríguez, O., (2008). Universidad de Sevilla. Dpto. Prehistoria y Arqueología. Patrimonio Arqueológico. Introducción. Documentación. Disponible en <http://personal.us.es/orodriguez/dossiertextosintro.pdf>
- San Andrés, M. (2005). Métodos científicos de análisis. Practicas de laboratorio. Practica III: Análisis microquímico. Curso 2005-2006. Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense de Madrid (UCM).
- Sánchez, A. (2005). Apuntes clase "Conservación-restauración de obras de arte II. (curso 2005-2006). Facultad de Bellas Artes (UCM).

- Santos, S. (2014). Metodología de la Conservación y Restauración del Arte Contemporáneo II (curso 2013-2014). Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense
- Sotelo-León, M. y López, M. (2014). Curso de Conservación-Restauración de tejidos Celebrado en la Facultad de Bellas Artes. UCM

## Pósters

---

- Pollak, R., J. Sybalsky., E. Nunan, J. Levinson, L. Elkin, and C. Rogge. (2012). Developing new methods for recoloring faded taxidermy specimens at the American Museum of Natural History. Poster presentado at the AIC 40th Annual Conference, Albuquerque, NM. Disponible en <http://intheirtruecolors.wordpress.com/>. 2014, 25 de julio].
- Rusell, R. y Strilinsky, B. (2011). Testing the Tensile Strength of Paraloid B-72 to Determine its Potential Applications as a Palaeontological Adhesive. Symposium 2011. Canadian Conservation Institute y Library and Archives Canada. Ottawa, Ontario, Canada, 17-21 Octubre de 2011. Disponible en [http://www.cci-icc.gc.ca/discovercci-decouvriricc/symposium/2011abstract\\_biography-resume\\_biographie-eng.aspx](http://www.cci-icc.gc.ca/discovercci-decouvriricc/symposium/2011abstract_biography-resume_biographie-eng.aspx).

## Congresos, seminarios y cursos

---

- Carrió, V. (2015). Workshop "Adhesives and consolidants. A sticky nightmare: resins, adhesives and consolidants and their use in natural history collections. En 2nd International Conservation Symposium-Workshop of Natural History Collections. 6-9 mayo de 2015. Organiza el CRIP, Smithsonian, National Museums Scotland y Natural History Museum
- Collins C. (2014). Workshop "Microenvironments and their use in the preservation of Natural History Collections". En 1st International Conservation Symposium-Workshop of Natural History Collections.
- Daudin, M. y Van Keulen, H. (2011). Dry cleaning materials for artworks. Masterclass de la Netherlands Cultural Heritage Agency (RCE) en la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 3-5 octubre de 2011 Universitat politècnica de Valencia, Instituto de Restauración del Patrimonio (IRP), Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (CRBC), Rijksdienst voor her Cultureel Erfgoed Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

- Fuentes, A (2003). Seminario "Morfología e identificación de los materiales fotográficos negativos del s. XIX y XX" impartido por Ángel Fuentes de Cía en la Universidad de Navarra. Facultad de Filosofía y Letras (32 horas). 7-10 de octubre 2003.
- Llagostera, E. (2012). Comunicación personal en la presentación de la publicación del libro Momias. Manual de buenas prácticas para su preservación.
- Rae, A. (2014). Workshop "Cleaning and repair techniques for feather". En 1st International Conservation Symposium-Workshop of Natural History Collections. 18-20 septiembre de 2014. Organiza el CRIP, Smithsonian, National Museums Scotland y Natural History Museum.
- Rodríguez, M., Mas-Barberà, X., Pérez, L. (2014). Estudio de sistemas magnéticos a base de imanes para uniones de fragmentos y prótesis a la obra original escultórica. En La Ciencia y el Arte V. Ciencias y tecnologías aplicadas a la conservación del patrimonio. Jornadas 6 y 7 de noviembre de 2014 Resúmenes de las conferencias JUEVES, 6 DE NOVIEMBRE DE 2014

#### Patentes, fichas técnicas y catálogos comerciales

- 3M (2009). Steri – Strip™ Tiras estériles para cierre de heridas. [En línea]. Disponible en [http://solutions.3m.com/ve/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1326903554000&univid=1319218995831&fallback=true&assetType=MMM\\_Image&locale=es\\_VE&blobAttribute=ImageFile&placed=7BC6E48B1800280B808C7DB5BF394590&version=current](http://solutions.3m.com/ve/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1326903554000&univid=1319218995831&fallback=true&assetType=MMM_Image&locale=es_VE&blobAttribute=ImageFile&placed=7BC6E48B1800280B808C7DB5BF394590&version=current)
- Barandian, M., Bazeta, F., Legorburu, P., Venegas, C. y Martínez, E. (2004). *Método de restauración de objetos artísticos tridimensionales con partes desaparecidas*. ES 2 203 272 A1. Vizcaya, España: Oficina Española de Patentes y Marcas
- Care chemicals (2011). Producto data sheet Dehypon LS 45. Disponible en [https://e-applications.basf-ag.de/data/basf-pcan/pds2/pds2-web.nsf/8B0F0454EEFA4CDC125765700419645/\\$File/DEHYPON\\_r\\_LS\\_45\\_E.pdf](https://e-applications.basf-ag.de/data/basf-pcan/pds2/pds2-web.nsf/8B0F0454EEFA4CDC125765700419645/$File/DEHYPON_r_LS_45_E.pdf)
- Grupo Español de Conservación (GE-IIC). (s.f.a). Ficha técnica cera Renaissance. Disponible en [http://ge-iic.com/index.php?option=com\\_fichast&Itemid=83&tasko=viewo&task=view2&id=108](http://ge-iic.com/index.php?option=com_fichast&Itemid=83&tasko=viewo&task=view2&id=108). Consultado agosto 2015.
- Grupo Español de Conservación (GE-IIC). (s.f.b). Ficha técnica Laca Zapón. Disponible en [http://ge-iic.com/index.php?option=com\\_fichast&Itemid=83&tasko=viewo&task=view2&id=19](http://ge-iic.com/index.php?option=com_fichast&Itemid=83&tasko=viewo&task=view2&id=19). Consultado en agosto 2015.



- J.M. Loveridge Ltd. JML (s.f.). Safety data sheet industrial methylated spirit 95% . Disponible en <http://www.jmloveridge.com/cosh/Industrial%20Methylated%20Spirit%2095.pdf>
- Joker AG/SA. (2010). Ficha técnica del producto Cyber Clean. N° 1907/2006
- Kolb, (s.f.). Looking for detergent alternatives with Imbentin. Disponible en <http://web.tiscali.it/komexport/documents/Imbentin-alternatives.pdf>
- Kremer, (2011). Shellsol T. Disponible en <http://www.kremer-pigmente.com/de/loesemittel--chemikalien-und-hilfsmittel/shellsol-t-70460.html>
- Polyevart (s.f.). Ficha técnica Archibond. Disponible en [http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/mc/polyevart/materiales/ARCHIBOND\\_sin\\_soporte.pdf](http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/mc/polyevart/materiales/ARCHIBOND_sin_soporte.pdf)
- The leather conservation centre (s.f.). SC6000. <http://www.leatherconservation.org/22-2/sc6000/>. [2014, 18 de enero].

## Leyes, normativas y recomendaciones

---

- AENOR (2012). Norma española UNE- En 15898. Conservación del Patrimonio Cultural. Principales términos generales y definiciones
- Cato, P. (1994). Guidelines for the Care of Natural History Collections. Society for the Preservation of Natural History Collections. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/byorg/spnhc/spnhc1.html>. [2013, 28 de abril].
- CITES (s.f.). Permiso de exportación y certificado de reexportación. Disponible en <http://www.cites.es/es-es/permisosycertificados/paginas/permiso-de-exportacion.aspx>
- Colección legislativa de España, (1857), vol. 72 2º Trimestre, Cap. VIII, p. 88-90.
- ICOM (2008). Resolución que se presentará a los miembros del ICOM-CC durante la XVa Conferencia Trienal, Nueva Delhi, 22-26 de septiembre de 2008 Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible (Traducción de la versión original en inglés 25/03/2008 – rev. 23)
- ICOM (2013). ICOM Code of Ethics for Natural History Museums. Disponible en [http://icom.museum/fileadmin/user\\_upload/pdf/Codes/nathcode\\_ethics\\_en.pdf](http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Codes/nathcode_ethics_en.pdf)

- ICOMOS, (1964). Carta de Venecia. nota Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios. Disponible en [http://ipce.mcu.es/pdfs/1964\\_Carta\\_Venecia.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1964_Carta_Venecia.pdf)
- Jefatura de Estado (1995). Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-25444&p=20121228&tn=2> [2014, 10 de agosto].
- Ley2/1991 de 14 de febrero para la Protección y Regulación de la Fauna y la Flora Silvestres de la Comunidad de Madrid.
- Ministerio de Cultura (2009). Real Decreto 1305/2009, de 31 de julio, por el que se crea la Red de Museos de España. Disponible en <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2009-13761> [2014, 8 de agosto].
- Ministerio de Cultura (IPCE, 2009) Normas de conservación preventiva para la implantación de sistemas de control de condiciones ambientales en museos, bibliotecas, archivos, monumentos y edificios históricos. Ministerio de Cultura, [http://ipce.mcu.es/pdfs/IPCE\\_NormasClimatizacion.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/IPCE_NormasClimatizacion.pdf), (2009).
- Ministerio de Cultura (MCU), (2007). "Decálogo de la restauración. Criterios de intervención en bienes muebles.. <http://www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/M0901-02-3-PDF1.pdf> [2014, 7 de enero].
- Ministerio de Cultura (MCU). (1985). Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1985-12534> [2014, 8 de agosto].
- Ministerio de la presidencia (1985). Ley de Patrimonio Histórico Español. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1985-12534>. [2014, 8 de agosto].
- REACH-CLP (s.f.). Portal información REACH-CLP. Disponible en <http://www.portalreach.info/reach/> [2015, 12 de enero].
- Unesco (1952). Convención Universal sobre Derecho de Autor 1952, UNESCO; Ley 22/1987 de Propiedad Intelectual

- Allington-Jones, L. (2012). Albert the Anaconda: Investigation and Cleaning of a Historic Snake Skin. *ICOM Natural History working Group*. 17. pp. 14-18.
- Amezaga, M. (2006). Restauración de plumería sobre tejido en el Museo de América. Aplicación de nuevas tecnologías. *Anales del Museo de América*, 14. pp. 381-406.
- Amezaga, M. (2008). Restauración del Cuadro-Mosaico de plumas sobre cobre y papel: La Inmaculada Concepción. Museo de América de Madrid. *Akobe*. pp. 65-69.
- Aragón, S. (2005). Conservación de animales naturalizados de valor histórico. *Quercus*, 228, pp. 32-36.
- Arcak, C. y Kunicki-Goldfinger, J. (2006). The Use of Silicone Polymers in the Conservation of Glass from Waterlogged Sites: A Brief Introduction. *Glass & Ceramics Conservation. Newsletter of the ICOM Committee for Conservation. Working Group: Glass and Ceramics (2006-2007)* 01/2007, 15. pp. 6-8. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/258050178\\_The\\_use\\_of\\_silicone\\_polymers\\_in\\_the\\_conservation\\_of\\_glass\\_from\\_waterlogged\\_sites\\_a\\_brief\\_introduction](http://www.researchgate.net/publication/258050178_The_use_of_silicone_polymers_in_the_conservation_of_glass_from_waterlogged_sites_a_brief_introduction)
- Ashwell A (2009). En el bicentenario de Darwin, ¿y los pájaros?. *Elementos*, 74, pp. 3-13.
- Bacon, L., Garret, G., Harter, M. y Bolton, F., (2011). Portable X-ray fluorescence for the examination of taxidermy specimens at the Horniman Museum—exploring the possibilities. *Collection Forum*, 25(1), pp. 107–120.
- Barack, S. (2006). Professional exchange between The Metropolitan Museum of Art and the National Museum of Slovenia. *Glass and ceramics newslatter*,
- Barreiro, J., (1997). Las colecciones de aves y mamíferos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). *Graellsia*, 53: 101-106
- Barreiro, J., (2003). Características específicas de las colecciones zoológicas de historia natural en materia de conservación y restauración. *Revista de Museología*, 27-28 (2003) pp. 111-126.
- Beaulieu, M. (2011). Mesures de securite pour la restauration d'un lemurien naturalise contamine a l'arsenic, *Coré*, 26, pp. 24-28
- Bentley, A. (2007). Shipping and handling of Natural History Specimens in Dangerous Goods: A US Perspective. *NatSCA News*, 13, pp. 7 - 10.

- Berry, J. (2001). Battle of the beasts: treatment of a pest infestation of the mounted mammal collection at Liverpool Museum. Ed. Earthscan/James & James pp. 1-16. oai:eprints.ucl.ac.uk.OAI2:4900
- Billet, P. (2002). Le régime juridique de la taxidermie en France. En *La lettre de l'Ocim*, Hors-serie Diciembre 2002, *Taxidermie*, pp. 83-87.
- Blanco, A. y Solis, G. (2014). Restoration of mounted animals - New techniques in old taxidermies. *Journal of paleontological techniques*. 13 pp. 70-74. Disponible en [http://www.jpaleontologicaltechniques.org/pasta3/JPT%20N13/pdf/JPT13\\_pg\\_70\\_74.pdf](http://www.jpaleontologicaltechniques.org/pasta3/JPT%20N13/pdf/JPT13_pg_70_74.pdf)
- Burt Jr., E.H. y. Ichida. J.M (2004). Gloger's rule, feather-degrading bacteria, and color variation among Song Sparrows. *Condor*, 106, pp. 681-686.
- Caldararo, N., Antonetti, C. y Hirschbein, J. (2014). The Restoration Of A Human Skeleton – As Scientific Specimen. (October 07, 2014) The Society For The Preservation of Natural History Collections (SPNHC). SPNHC NEWS. Disponible en <http://www.spnhc.org/media/assets/Leaflet-Skeleton.pdf>
- Carminati, P. (2011). Les momies du Muséum national d'Histoire naturelle: du cabinet anthropologique au musée de l'Homme. *La lettre de l'Ocim*, 137, pp. 26-34.
- Child, R. y Pinning, D. (s.f.). Using Anoxia to Kill Insect Pests. Methodologies and Methods ICOM n 16 *Colecciones Historia Natural*, pp. 17-18
- Child, R. E. (2009). Insect Pest Control using low temperatures (not deep freezing). *NatSCA News*, Issue 16, 46 - 48. [En línea]. Disponible en <http://www.natsca.org/article/160>
- Cornish, L. (2004). Cleaning Natural History Material with Lasers. *NatSCA News*, Issue 2, 28 - 29. URL: <http://www.natsca.org/article/329>
- Coron, G., Vienot, F., Lavedrine, B. (2010). Restitution des couleurs d'un objet al téré par un éclairage à base de diodes electroluminescentes. *Support. Tracé*, 1, pp. 82-88
- Cross, P., Odegaard, N. y Riley, M. (2010). Aqueous  $\alpha$ -Lipoic Acid Solutions for Removal of Arsenic and Mercury from Materials Used for Museum Artifacts, en *Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation Proceedings from the MCI Workshop Series* Ed. A. Elena Charola and Robert J. Koestler pp. 7-11.
- Da Silveira, L. (1997). A Note on the Poultee Cleaning of Feathers using Laponite R D Gel. *Studies in Conservation*, 42, pp 11-16.
- De Beaulieu, M. (2009). Restoration of a Galapagos tortoise at Norwich Castle Museum and Art Gallery. *NatSCA News*, 18, pp. 31 - 35. Disponible en <http://www.natsca.org/article/132>

- Dignard, C. Lai, W.F., Binnje, N, Abraham, M., Scheerer, S. y Young, G. (2005). Nd:YAG laser cleaning of feathers. En: M Brunn y J Burns, eds. *Fur Trade Legacy: the preservation of organic materials*, Canadian Association for Conservation of Cultural Property, 17-18 May, 2005 Jasper, Canada, pp.109-125.
- Dignard, C. y Gordon, G. (1999). Metal Ion Catalysed Oxidation of Skin: Treatment of the Fur Trim and Collar on a Velvet Cape. *J.ACCR*, 24, pp. 11-22.
- Fair, L. (2014). Wg interim meeting 2013: recent advances in glass, stained glass, and ceramics conservation ICOM-CC Working Group Glass and Ceramics Interim Meeting and Forum of the International Scientific Committee for the Conservation of Stained Glass (Corpus Vitrearum-ICOMOS) 7-10 October 2013, Amsterdam, The Netherlands, *Newsletter of the ICOM Committee for Conservation, Working Group – "Glass and Ceramics"* . 23, pp. 2-5. Disponible en [https://www.york.ac.uk/media/historyofart/Glass%20and%20Ceramics%20NEWSLETTER%2023%20\(winter%202013-2014\).pdf](https://www.york.ac.uk/media/historyofart/Glass%20and%20Ceramics%20NEWSLETTER%2023%20(winter%202013-2014).pdf)
- Falkingham, P. (2013). Low Cost 3D Scanning using off the shelf video gaming peripherals. *Journal of Paleontological Techniques*, 11, pp. 1-9. Disponible en [www.jpaleontologicaltechniques.org](http://www.jpaleontologicaltechniques.org)
- Fuller, T. (1992). Storage Methods for Taxidermy Specimens. *Waac Newsletter*, 14 (2). pp. 18-23. Disponible en <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn14/wn14-2/wn14-2f.html>
- Gil, R., Santos, S., Castelo, L., San Andrés, M., Sánchez, A. (Sept., 2014). Procedures and materials used in the mounting of two birds which belong to the Natural Sciences National Museum (MNCN-CSIC) and the Complutense University of Madrid (UCM) [versión electrónica]. *Journal of paleontological techniques*, 13, pp. 75-90. Disponible en <http://www.jpaleontologicaltechniques.org/>
- Gómez, M. y Gómez, T. (2001). Diagnóstico y metodología de restauración en la escultura policromada. *Arbor*, 169 (667-668), pp. 613-644. Disponible en <http://arbor.revistas.csic.es>
- Grattan, D. y Morris, M., (1991). The Potential of Parylene for Consolidating Natural History Specimens. *ICOM historia natural*, 6, pp. 4-7.
- Guillemard, D. (1993). La conservation de la plume. *Conservation-restauration des biens culturels*, 5, pp. 36-40
- Hamann, B. (2006). Testing cultural material for arsenic and interpreting the results: a case study at Carnegie Museum of Natural History. *Collection Forum*, 20 (1-2), 13-22.
- Hansen, E. y Lowinger, R. (1990). Investigations into Techniques for the Consolidation of High Pigment Volume Concentration Paint at the Getty Conservation Institute. *Waac Newsletter*, 12, (3), pp.13-16.

- Harvey, R. y Roth-Wells, N., (2008). Collaborative conservation of the Charles Hubbard natural history dioramas. *Objects Specialty Group Postprints*, 15, pp. 43-57
- Heidecke, H (1986). Restaurierung der Dermoplastik eines afrikanischen Elefante. *Neue Museumskunde*, 29 (2). pp. 130-133
- Hill, S. (2008). Conservation of the 'Great Bass Rock' diorama - an ICON internship at Ipswich Museum. *NatSCA News*, 14, pp. 20 - 25. Disponible en <http://www.natsca.org/article/189>
- Hita, M. y Mezcua, E. (2001). Recuperación de las pieles. Método Curator. *Investigación y Ciencia*. pp. 40-41.
- Horie, V. (1986). Conservation and the specimen. *ICOM-CC. Natural History Collections Working Group Newsletter*, 1, pp. 4-5
- Horie, V. (1987). Describing the condition of mounted animals. *ICOM- Natural History Collections Working Group*, 2, pp. 4-6
- Horie, V. (2009). Adhesives for Natural Science Specimens. *NatSCA News*, 16, pp. 26 - 29. Disponible en URL: <http://www.natsca.org/article/155>
- Horton-James, D., Walston, S. y Zounis, S. (1991). Evaluation of the stability, appearance and performance of resins for the adhesion of flaking paint on ethnographic objects. *Studies in Conservation* 36, pp. 203-221
- Howard, P. (1989). Old specimens in a new display - Greenock Museums. *ICOM-CC. Natural History Collections Working Group Newsletter*, 4, pp. 5-6
- Hudon J. (2005). Considerations in the Conservation of Feathers and Hair, Partieularly their pigments. In: M Brunn M and J Burns, eds. *Fur Trade Legacy: the Preservation of Organic Materials*, Canadian Assoeiation for Conservation of Cultural Property, 17-18 May, 2005 Jasper, Canada, pp 127-147.
- Jullien, F. y Walter, Y. (2002). Le tannage, *La lettre de l'Ocim*, Hors-serie Diciembre 2002, Taxidermie, .pp. 13-17.
- Kaiser, R. (2010). Solvent Cleaning of Fragile Artifacts without Mechanical Agitation. En en Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation Proceedings from the MCI Workshop Series Ed. A. Elena Charola and Robert J. Koestler pp.13-24
- Karantoni E y Malea E. (2005). The Influence of Cleaning Methods on Feather Structure: a Comparative Study. En: Brunn M, Burns J., (eds) *Fur Trade Legacy: the Preservation of Organic Materials*, Canadian Association for Conservation of Cultural Property, 17-18 May, 2005 Jasper, Canada, pp 97-108.



- Kerr, J. (2012). The Trophy Head Project, National Museums Northern Ireland. *NatSCA News*, 22, pp. 66 - 70. Disponible en <http://www.natsca>.
- Koss A., Dreścik D., Marczak J., Ostrowski R., Rycyk A., Strzelec, M. (2008). Laser cleaning of set of 18th century ivory statues of Twelve Apostles. En P. Moreno, M. Castillejo, J. Ruiz, R. Radvan, M. Oujja (eds), *Lasers in the conservation of artworks. LACONA 7 Proc.* Taylor & Francis Ltd, pp. 215-218.
- Lane, M. A. (1996). Roles of Natural History Collections. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 83, pp. 536-545. Disponible en <http://biostor.org/reference/13014>.
- Le Dimet, S. y Julien, F. (2002). Arsenic et vieux spécimens. *La lettre de l'Ocim*, Hors-serie Diciembre 2002, Taxidermie, pp. 105-107.
- Legrand-Longin, S., Tiêu, G., Elarbi, S. y Dejean, M. (2006). La conservation-restauration des plumes: une nouvelle technique de consolidation. *Techne*, 23, pp. 61-64.
- Lin, E. (2011). Loss Compensation in Damaged Feathers. *ICOM. Ethnographic Conservation Newslatter*, 32, pp. 2-7.
- Lindsay, W. (2007). Ethics and Authenticity in natural history exhibits: the public wants whatthe public gets. *NatSCA News*, 11, pp. 21 - 24.
- Lingle, A. y Singleton, V. (junio, 2011). New Parts for an Old Bear. *News in Conservation*, 24, p. 3. Disponible en [https://www.iiconservation.org/system/files/publications/journal/2011/b2011\\_3.pdf](https://www.iiconservation.org/system/files/publications/journal/2011/b2011_3.pdf)
- Linnie, M. (2000). Use of a low-oxygen atmosphere for the control of insect pests. *Collection fórum*, 14(1-2) pp. 25-37
- Madden, O., Johnson, J., y Anderson, J. (2010). Pesticide Remediation in Context: Toward Standardization of Detection and Risk Assessment. En *Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation Proceedings from the MCI Workshop Series* Ed. A. Elena Charola and Robert J. Koestler. pp. 1-6
- Makos, K. (2001). Hazard identification and exposure assessment related to handling and use of contaminated collection materials and sacred objects. *Collection Forum*, 17 (1-2), pp. 93-112.
- Marte, F., Péquignot, A., y Von Endt, D., (2006), Arsenic in taxidermy collections: history, detection, and management, *Collection Forum*, 21(1-2), pp. 143-150.
- McCoy, S. (2009). Don't say 'glue', it's 'adhesive'! Personal View of Adhesives seminar held at the Natural History Museum, London, Tuesday 19th November 2008. *NatSCA News*, 16, pp. 23 - 25. Disponible en <http://www.natsca.org/article/154>

- McGraw, K., Hudon, J., Hill, G. y Parker, R. (2005). A simple and inexpensive chemical test for behavioral ecologists to determine the presence of carotenoid pigments in animal tissues. *Behav Ecol Sociobiol* , 57, pp. 391–397.
- McHugh, S. (2011). Skin tight. *ICOM Newsletters ethnographic*, 32 . pp. 8-11.
- McMullen, R., Chen, S. y Moore, D. (2012) Fluorescencia de los tejidos queratinosos. *International Journal of Morphology*, 30 (3), 956-963. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/262630746\\_Fluorescencia\\_de\\_los\\_Tejidos\\_Queratinosos](http://www.researchgate.net/publication/262630746_Fluorescencia_de_los_Tejidos_Queratinosos)
- Meddard-Blonded, A. y Guyard, D. (2002). Dialogue entre un taxidermiste et un conservateur. *La lettre de l'Ocim*, Hors-serie Diciembre 2002. Taxidermie, .pp. 18-21
- Medina, D (1993). El Mosaico de plumas: La Inmaculada Concepción. Iconografía, técnica y restauración. *Anales del Museo de América*, 1, pp. 77-83.
- Michalski, S. (1987) Damage to Museum Objects by Visible Radiation (Light) and Ultraviolet Radiation (UV) Stefan Michalski, Canadian Conservation Institute, Ottawa. Disponible en [http://www.academia.edu/741938/1987\\_Damage\\_to\\_museum\\_objects\\_by\\_visible\\_radiation\\_light\\_and\\_ultraviolet\\_radiation\\_UV\\_](http://www.academia.edu/741938/1987_Damage_to_museum_objects_by_visible_radiation_light_and_ultraviolet_radiation_UV_)
- Miller, P. (1991). Arsenic, Old Lace, and Stuffed Owls May Be Hazardous to Your Health: Health Hazards in Museum Collections. *Illinois Heritage Association Technical Insert* 50, 4-6.
- Montesinos, E, Vicente, S., Fuster, L. y Yusá, D., Domenech, M. T., y Mecklenburg, MF (2008). Aproximación al estudio de adhesivos para la consolidación y refuerzo de tejidos históricos: materiales y métodos. *Arché*, 3, pp.143-146. Disponible en <http://hdl.handle.net/10251/31504>
- Moore, S. (1995). "Restoring old mammal mounts" *Conservation news*, 57, p. 22-25.
- Moore, S. (2006). Japanese tissues: uses in repairing natural science specimens- *Collection Forum*, 21 (1-2), pp. 126-132.
- Moore, S. (2009). Carpet beetle and other insect pest infestation relating to bird refeathering and repair. *NatSca News*, 18, pp. 49 - 52. Disponible en <http://www.natsca.org/article/135>.
- Nason, J.D., (2001). Poisoned heritage: curatorial assessment and implications of pesticide residues in anthropological collections, *Collection Forum*, 17(1-2). pp. 67-81.
- Natali, I., Tempesti, P., Carretti, E., Potenza, M., Sansoni, S., Baglioni, P. et al. (2014). Aragonite Crystals Grown on Bones by Reaction of CO<sub>2</sub> with Nanostructured Ca(OH)<sub>2</sub> in the Presence of Collagen. Implications in Archaeology and Paleontology. *Langmuir*, 30(2), pp. 660–668. DOI: 10.1021/la404085v

- NatSCA. (2005). A Matter of Life and Death. Natural science collections: why keep them and why fund them?. *SPNHC*, pp. 1-13.
- Nieuwenhuizen, (s.f.). Case study of the disaster and recovery of the Lundy Collection of taxidermy animal trophies.
- Nieuwenhuizen, L. (1998). Synthetic fill materials for skin, leather, and furs. *JALC*, 37 (1). pp. 135-145
- Nigam, N., Dhawan, S. y Nair, M.V. (1994). Deterioration of feather and leather objects of some indian museums by Keratinophilic and non-keratinophilic fungi. Elsevir. *International Biodeterioration&Biodegradation*, 33 (2), pp. 145-152.
- North, A., Balonis, M., Kakoulli, I. (2015). Original research or treatment paper Biomimetic hydroxyapatite as a new consolidating agent for archaeological bone. [Resumen] *Studies in Conservation*, 0, (01), pp. 1-16
- Not Listed (2004). Cleaning dusty feathers, a technique that works. *NatSCA News*, 4, pp. 32 - 33.
- Not Listed (2004b). Removing Pooled Fat and Mothproofing Freeze-dried Mammals by Perfusion. *NatSCA News*, 4, pp. 33 - 34.
- Nunan, E. Levinson, J., Elkin, L. Rogge, C., Sybalsky, J., y Pollak, B. (2012). In their true colors: Developing new methods for recoloring faded taxiderm AIC Objects *Specialty Group Postprints*, 19, pp. 25-44.
- Odegaard, N. (2001). Methods to mitigate risks from use of contaminated objects, including methods to decontaminate affected objects', *Collection Forum* 17(1-2), pp. 117-121.
- Odegaard, N. y Zimmt, W. (2009) Pesticide Removal Studies for Cultural Objects. In *Preserving Aboriginal Heritage: Technical and Traditional Approaches*, Edited by C.Dignard et al., p 217-225. Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Pack, C. y Torok, E. (2012). Stuffed with Challenges: Two Case Studies Involving the Treatment of Taxidermy Birds, Association for North American Graduate Programs in Conservation Conference, April 2012, unpublished.
- Palumbo, B. (2012). The restoration of color to avian mounts. *Collection Forum*, 26 (1-2). pp. 50-59.
- Patchet, M. y Foster, K. (2008). Repair work: surfacing the geographies of dead animals. *Museum and society*, 6 (2), pp. 98-122.
- Pequignot A., Tumosa, C., von Endt, D. (2006). The effects of tanning and fixing processes on the properties of taxidermy skins. *Collection forum*, 21 (1-2), pp. 133-142.

- Pequignot, A. (2000). Les spécimens naturalisés, la restauration des témoins historiques de la taxidermie. *Coré*, 9, 53-57.
- Pequignot, A. (2006). The History of Taxidermy: Clues for Preservation. *Collections: A Journal for Museum and Archives Professionals*, 2, (3), 245–255.
- Péquignot, A. (2008). Évaluation de la toxicité des spécimens naturalisés. *La Lettre de l'OCIM*, 116, pp. 4-9.
- Pequignot, A., Candegabe, P. y Lemaire, M. (2005). L'histoire retrouvée de l'éléphant Hans. *La lettre de l'OCIM*, 97. pp. 13-23. Disponible en <http://www.ocim.fr/wp-content/uploads/2013/02/LO.972-pp.13-23.pdf>.
- Pérez, L. (junio, 2011). Expresión y función del color del plumaje. Cuarta parte: Porfirinas y psitacofulvinas. *Ornitología Práctica*, 49. pp. 54-59. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Lorenzo\\_Perez-Rodriguez/publications/2](http://www.researchgate.net/profile/Lorenzo_Perez-Rodriguez/publications/2).
- Pérez, L. (junio, 2011b). Expresión y función del color del plumaje Tercera parte. Colores estructurales. *Ornitología práctica*, 49 (54):59 pp. 52-58. Disponible en [http://www.researchgate.net/profile/Lorenzo\\_Perez-Rodriguez/publications/2](http://www.researchgate.net/profile/Lorenzo_Perez-Rodriguez/publications/2).
- Pfister, A.L. (2009) Mise en évidence et identification de biocides résiduels dans les naturalia, *La Lettre de l'OCIM*, 123, pp. 24-30.
- Poliquin, R. (2008). The matter and meaning of museum taxidermy. *Museum and society*, 6(2). pp. 123-134. Disponible en <https://www2.le.ac.uk/departments/museumstudies/museumsociety/documents/volumes/poliquin.pdf>.
- Pool, M (1997). Preliminary analysis of the effects of cold storage on fur garments and mammal skins. *Collection Forum*, 13 (1), pp. 25-39.
- Price, J. y Fitzgerald, G. (1996). Categories of specimens: a collection management tool. *Collection Forum*, 12, pp. 8-13
- Prum, R. y Torres, R. (2003). Structural colouration of avian skin: convergent evolution of coherently scattering dermal collagen arrays. *The Journal of Experimental Biology*, 206, pp. 2409-2429.
- Rae, A. (2014). Exploring the common ground between organic artifacts and natural history specimens: we share problems – can we share solutions?. *Journal of paleontological techniques*, 13, pp. 101-110. Disponible en [http://www.jpaleontologicaltechniques.org/pasta3/JPT%20N13/pdf/JPT13\\_pg\\_101\\_110.pdf](http://www.jpaleontologicaltechniques.org/pasta3/JPT%20N13/pdf/JPT13_pg_101_110.pdf)

- Reuben, P. (2010). Mitigation of Surface Contaminants on Haudenosaunee Medicine Masks. En en Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation Proceedings from the MCI Workshop Series Ed. A. Elena Charola and Robert J. Koestler. pp 25-28.
- Ritchie, F. (2013). The Investigation and Conservation Treatment of a Mounted Juvenile Orangutan. ANAGPIC 2013. Disponible en [http://cool.conservation-us.org/anagpic/2013pdf/anagpic2013\\_ritchie\\_paper.pdf](http://cool.conservation-us.org/anagpic/2013pdf/anagpic2013_ritchie_paper.pdf)
- Roane, T. y Snelling, L. (2010). Bacterial Removal of Mercury from Museum Materials: A New Remediation Technology? en Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation Proceedings from the MCI Workshop Series Ed. A. Elena Charola and Robert J. Koestler pp. 29-34.
- Rocchini, C., Cignoni, P. Montani, C., Pingi, P. y Scopigno, R. (2001). A low cost 3D scanner based on structured light. EUROGRAPHICS 2001. A. Chalmers and T.-M. Rhyne (Guest Editors). Rhyne. 20 (3).
- Rookmaaker, L., Morris, P., Glenn, I. y Mundy, P. (2006). The ornithological cabinet of Jean-Baptiste Becoeur and the secret of the arsenical soap. *Archives of natural history*, 33 (I), pp. 146-158.
- Rosa, H. Strzelczyk, A., Jabłońska, E., Koziół, T., Karbowska Berent, J (2011) *Study of the Adaptation of Bio Cellulose Nano-Fibers for the Restoration of Historical Paper, Parchment and Textiles. New Approaches to Book and Paper Conservation -Restoration*, edited by Patricia Engel, Joseph Schirò, René Larsen, Elissaveta Moussakova and Istvan Kecskeméti, Wien/Horn: Verlag Berger 2011, XXIV, 748 S., ISBN: 978-3-85028-518-6
- Sadongei, (2001). A. American Indian concepts of object use. *Collection Forum*, 17 (1-2), pp. 113-116.
- Santos, C. y Rey, I. (2015). Criterios de valoración de ejemplares de las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN-CSIC). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Aula, Museos y Colecciones*, 2, pp. 67-86
- Scheerer, S., Abraham, M. y Madden, O. (2002). Possibilities for removing epoxy resins with lasers. En, *ICOM Committee for Conservation, ICOM-CC 13th Triennial Meeting, Rio de Janeiro, 22-27 September 2002 : preprints, Volume 2*. James & James, London: pp. 894-899.
- Schellmann, N. (2009). Animal Glues – their adhesive properties, longevity and suggested use for repairing taxidermy specimens. *NatSCA News*, 16, pp. 36-40. Disponible en <http://www.natsca.org/article/158>
- Sierra, C. (2014). Heródoto (II.86 - 88) y el conocimiento anatómico griego. *Ágora. Estudos Clássicos em Debate*, pp. 29 - 40.

- Sirois, J. (2001) The analysis of museum objects for the presence of arsenic and mercury : non-destructive analysis and sample analysis, *Collection Forum*, 16 (1-2) , pp. 65-75.
- Snijders, E., Weerdenburg, S. y Timmermans, R. (2011) The treatment of apolyurethane rigid foam floor piece by Ger van Elk: a study in the conservation of plastics ICOM CC Disponible en [http://www.restauratoren.nl/upload/documenten/1015\\_211\\_snijders\\_icom-cc\\_2011.pdf](http://www.restauratoren.nl/upload/documenten/1015_211_snijders_icom-cc_2011.pdf)
- Spafford-Ricci S and Graham F. (2000). The Fire at the Royal Saskatchewan Museum, Part 2: Removal of Soot from Artifacts and Recovery of the Building. *Journal of the American Institute for Conservation*, 39 (1), artículos 2 y 3. pp 35-56.
- Stoddart, B. (2007). Colouration and Fading: How do Pigments Become Degraded or Altered by Light and their Environment. *NatSCA News*, 11, pp. 44 - 46. Disponible en <http://www.natsca.org/article/224>
- Stollman, S. Bell, M. Denize, S., Lutzke, B. y Kelles-Krause, D. (2005). The Conservation Treatment of Canterbury Museum's Blue Whale Skeleton. *Natural history collections working group newsletter*. 15. Disponible en <http://www.conservators.org.nz>
- Storch, P. (2003). Field and laboratory methods for handling osseous materials. Minnesota Historical Society. Disponible en [http://www.mnhs.org/preserve/conservation/reports/osseous\\_materials.pdf](http://www.mnhs.org/preserve/conservation/reports/osseous_materials.pdf)
- Tello, H. Jelen, E., y Unger, A. (2005). Decontamination of ethnological collections using supercritical carbon dioxide. *Collection Forum*, 19(1-2), pp. 45-48
- Tello, H. y Unger, A. (2010). Liquid and Supercritical Carbon Dioxide as a Cleaning and Decontamination Agent for Ethnographic Materials and Objects. en *Pesticide Mitigation in Museum Collections: Science in Conservation Proceedings from the MCI Workshop Series* Ed. A. Elena Charola and Robert J. Koestler. pp. 35-50.
- Tello, H., Jelen, E., Unger, A., (2005). Decontamination of ethnological objects with supercritical carbon dioxide, *Collection Forum*, 19 (1-2), pp. 45-48.
- Thiney, J. (2002). Le spécimen naturalisé et sa restauration. *La lettre de l'Ocim*, Hors-serie Diciembre 2002, Taxidermie, pp.. 97-101.
- Tobón, F., Román, M., Molina, S., Boheart, J. (2002). Determinación del perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la Coturnix coturnix japónica (codorniz doméstica). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15 (2). pp. 169-179.
- Tumosa, C. y Mecklenburg, M. (2003). Weight changes on oxidation of drying and semi-drying oils *Collection Forum*, 18 (1-2)., pp. 116-123.



- Turner, A., Tello, H., Bolz, P. Fonicello, N. (2009). Disrobing: research and preventive conservation of painted hide robes at the ethnological museum, National Museums Berlin, Germany. *AIC Objects Specialty Group Postprints*, 16, pp. 55-71.
- Umpleby, S. (2010). *Replicating Skin Textures and Fur using Japanese Paper*. *ICON News*, 26, pp. 32-34.
- Van Giffen, A. (2011). *Your new assistant coordinator: Astrid van Giffen*. Newsletter of the ICOM Committee for Conservation, Working Group – "Glass and Ceramics" Newsletter, 21, pp. 6-7.
- Van Giffen, A., Eremin, K., Kirk, S., Tate, J. y Newman, R. (2010). Deterioration and Preservation of Blaschka Glasses. pp. 53-65. Disponible en [http://www.icom-cc.org/54/document/wg-glass-and-ceramics-interim-meeting-corning-2010--preprint-van-giffen/?action=Site\\_Downloads\\_Downloadfile&id=1277](http://www.icom-cc.org/54/document/wg-glass-and-ceramics-interim-meeting-corning-2010--preprint-van-giffen/?action=Site_Downloads_Downloadfile&id=1277)
- Vingelsgaard, V., and Schmidt, A.L., (1986). Removal of insecticides from furs and skins. Registration of conservation condition', En ICOM Committee for Conservation, Symposium on Ethnographic and Water-Logged Leather, Amsterdam, 9 -11 June 1986, ed. P.B. Hallebeek, Central Research Laboratory for Objects of Art and Science, Amsterdam (1986) pp. 51-60.
- Vivancos, V. y Pérez, E. (2005). *La desinsectación De la madera. Adaptación de nuevas tecnologías físicas*. *R&R*, 99, pp. 69- 73
- Von Endt, D., Ross, C., y Hare, P. (1999). Initial results from cleaning small vertebrate skeletons using the enzyme trypsin. *Collection Forum*. (Spring) 132, pp. 51-62.
- Walter, Y. (2002). La restauration des collections zoologiques. En *La lettre de l'Ocim*, Hors-serie Diciembre 2002, *Taxidermie*, .pp. 102-104.
- Webb, E., Patterson, C., Meaney, C., Snellgrove, B. (1989). Integrated pest management at the Denver Museum of Natural History. *Collection Forum*, 5 (2), 1989, pp. 52-59.
- Williams, S. (1991). Investigation of the causes of structural damage to teeth in natural history collections. *Collection Forum*, 7(1), pp. 13-25.
- Williams, S. y Branstetter-Wolansky, L. (2003). Examination of macroscopic particles from dust accumulations in collection storage áreas, *Collection Forum*, 18(1-2), pp. 90-97.
- Williams, S., Wallace, A.M., y Jones, C. (1993). Effect of relative humidity on cranial dimensions of mammals. *Collection Forum*, 9(1), pp. 40-46.
- Wolbers, R. y Landrey, G., (1987). The use of direct reactive fluorescent dyes for the characterization of binding media in cross sectional examinations. En *AIC Preprints, 15th Annual Meeting, American Institute for Conservation, Vancouver, British Columbia*, pp. 168-203.

Washington, DC. AIC. Disponible en <http://www.cool.conservation-us.org/coolaic/sg/wag/1987/wolbers-landrey87.pdf>

### Otros recursos electrónicos y sitios web

- Almagro, M. (2008). Boletín de la Real Academia de la Historia. El expolio de las monedas de oro del Museo Arqueológico Nacional en la segunda república española. Disponible en <http://www.rah.es/pdf/pdfmag/579-MonedasOro-MAN.pdf> [2015, 9 junio].
- Alonso, L. (2008). Post "Toros y taxidermia" (2008). Disponible en <http://torostarifa.blogspot.com.es/2008/02/toros-y-taxidermia.html> [2009, 7 agosto].
- Alten, H. (2001). Emperor Penguin Treatment Report. Northern States Conservation Center. pp. 2-7. [En línea]. Disponible en <http://www.collectioncare.org/emperor-penguin-treatment-report> [2014, 2 junio].
- AMNH Conservator, (2014, 1 de junio). In their true color. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy Renovation of the bernard family hall of north american mammals part ii: unique challenges in restoring faded taxidermy. Disponible en <https://intheirtruecolors.wordpress.com/category/uncategorized/> [2014, 12 de septiembre].
- AMNH Conservator, (2014, 23 de abril). In their true color. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy. Introducing the recoloring taxidermy research project. Disponible en <https://intheirtruecolors.wordpress.com/2014/04/23/introducing-the-recoloring-taxidermy-research-project/> [2014, 12 de septiembre].
- AMNH Conservator, (2014, 8 de julio). In their true color. Developing New Methods for Recoloring Faded Taxidermy. A horse of a different color – researching colorants for recoloring taxidermy. Disponible en <https://intheirtruecolors.wordpress.com/2014/07/08/a-horse-of-a-different-color-researching-colorants-for-recoloring-taxidermy/> [2014, 12 de septiembre].
- Artis Fauna. (2011). Taxidermia. El arte de la taxidermia. Disponible <http://www.taxidermiaartisfauna.es/espanol/empresa.htm> [2014, 13 diciembre].
- Aves Uruguay, (s.f.) Color de las plumas. Traducido por Enrique dos Santos de The Audubon Society Encyclopedia of North American Birds by John K. Terres – Wing Books, New York, Avenel, New Jersey - 1995 Edition. – page 98 Colors of Feathers. Disponible en [www.avesuruguay.org.uy/avesuruguay2/doc/color\\_de\\_las\\_plumas.doc](http://www.avesuruguay.org.uy/avesuruguay2/doc/color_de_las_plumas.doc) [2010, 24 junio].
- Bejar, J (s.f.). Mantenimiento de trofeos: hueso y cuernas. *Curtius*, 2.

- Bidarra, A. (2010) NEWS > Conference Review SEM and Microanalysis in the Study of Historical Technology, Materials and Conservation Review by Ana Bidarra September 9-10, 2010, London, UK
- Blog Minificciones. (2012). Reacciones de hidrólisis. Disponible en <https://minificciones.files.wordpress.com/2012/08/13-reacciones-de-hidrc3b3lisis.pdf> [2015, 23 febrero].
- Bordalo, R. (2008). Entrevista a John Asmus "A partir de láseres de para la Conservación de Arte por Rui Bordalo en 2008 <http://www.e-conservationonline.com/content/view/598>
- Boren, J., Baker, T., Hurd, B., y Mason, G. (2004) Tanning deer hides and small fur skins. New Mexico State University Library, 1-8. Disponible en <https://www.tn.gov/twra/pdfs/tanninghides.pdf>. [2014, 1 agosto].
- Botanical-Online, (s.f.) ¿Cómo se camuflan los animales ¿Cómo se comunican los animales.mht Disponible en <http://www.botanical-online.com/animales/pelajeytemperatura.htm> [2010, 27 junio].
- Botti, L., Corazza, L., Iannuccelli, S. Placido, M., Residori, L., Ruggiero, D., et al. (2011). Evaluation of cleaning and chemical stabilization of paper treated with arigid hydrogel of gellan gum by means of chemical and physical analyses [2015, 7 agosto].
- Brandt, N. (2013). Los misteriosos animales petrificados del lago Natrón <http://www.lanacion.com.ar/1625931-los-misteriosos-animales-petrificados-del-lago-natron>. y [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131004\\_ciencia\\_galeria\\_animales\\_petrificados\\_lago\\_nic\\_k\\_brandt\\_np.shtml%20#2](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131004_ciencia_galeria_animales_petrificados_lago_nic_k_brandt_np.shtml%20#2) [2014, 18 octubre].
- Canadian Conservation Institute (CCI) (2014). The Canadian Conservation Institute's Microfade Testing Service. (2014). Canadian Conservation Institute. Disponible en <http://www.cci-icc.gc.ca/services/scientific-scientifique/microfade-microvieillissement-eng.aspx> [2015, 16 abril].
- Caneo, L. (2009).L a vida de Charles Darwin, naturalista inglés. Primera parte. Disponible en [www.elamaule.cl/admin/render/noticia/19926](http://www.elamaule.cl/admin/render/noticia/19926) [2014, 10 diciembre].
- Carrillo, M. S. (2013). Aportaciones en la conservación del material conchiliológico. El caso del ajuar mortuario de un entierro del sitio arqueológico cerro del teúl, zacatecas. En X Foro académico. Restauración, la interdisciplina en la práctica. Celebrado en Escuela de Conservación y Restauración de Occidente. Guadalajara, Jalisco (Méjico). 6, 7 y 8 de Noviembre de 2013. pp. 1-12. Disponible en [http://www.ecro.edu.mx/pdf/memorias\\_x\\_foro/21.%20Mariela%20Sarai%20Carrillo.pdf](http://www.ecro.edu.mx/pdf/memorias_x_foro/21.%20Mariela%20Sarai%20Carrillo.pdf)
- Clarabuch, O. (s.f.). Capítulo 8. El estudio del ave en mano.. Disponible en (<http://www.seo.org/media/docs/Manual%20Anillador%20Cap8.pdf>) [2015, 7 agosto].
- Conservation Resources International LLC, (s.f.). Laponite RD. Disponible en [http://www.conservationresources.com/Main/section\\_31/section31\\_08.htm](http://www.conservationresources.com/Main/section_31/section31_08.htm) [2015, 3 agosto].
- Cook, K. (s.f.). [AVECOL-L] When is a specimen not worth keeping? [Mensaje 2]. Mensaje dirigido a <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/AVECOL/RepairSkins.html> [2014, 17 mayo].

- Correos (2013). Objetos no permitidos en los envíos postales en el correo internacional. Disponible en [https://www.correos.es/ss/Satellite/site/informacion\\_cliente-1363187212945-inicio/includeTemplate=COR\\_DetalleGuíasAyuda-sidioma=eu\\_ES](https://www.correos.es/ss/Satellite/site/informacion_cliente-1363187212945-inicio/includeTemplate=COR_DetalleGuíasAyuda-sidioma=eu_ES). [2015, 30 julio].
- DHL, (2015). Guía para el Envío de Mercancías Peligrosas. Envío de Mercancías Peligrosas. Disponible en [http://www.dhl.es/es/express/envios/consejos\\_sobre\\_envios/mercancias\\_peligrosas.html](http://www.dhl.es/es/express/envios/consejos_sobre_envios/mercancias_peligrosas.html) [2015, 21 agosto].
- Diehl, D (s.f.) El Museo de Ciencias Naturales. Disponible en <http://www.madridvillaycorte.es/museo-ciencias-naturales.php>. [2015, 15 agosto].
- Dignard, C. (2013). Adhesive Backing Treatments for Skin and Leather Objects: An Annotated Bibliography. [Recopilación] Disponible en [http://www.icom-cc.org/246/Adhesive%20Treatments:%20Leather/#.Vg3H1\\_ntmko](http://www.icom-cc.org/246/Adhesive%20Treatments:%20Leather/#.Vg3H1_ntmko) [2014, 2 enero].
- Eritzoe, J. (s.f). When is a specimen not worth keeping? (Grupo de debate). Disponible en <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/AVECOL/RepairSkins.html> [2015, 14 septiembre].
- Favorito. (2013). Los museos más antiguos del mundo. Disponible en: <http://listas.20minutos.es/lista/los-museos-mas-antiguos-del-mundo-368111/> [2015, 10 de enero].
- Field, J. (s.f.). Bioremediación de Metales Pesados. (s.f.). Disponible en [http://binational.pharmacy.arizona.edu/sites/binational.pharmacy.arizona.edu/files/all\\_files/Biorem-MP.pdf](http://binational.pharmacy.arizona.edu/sites/binational.pharmacy.arizona.edu/files/all_files/Biorem-MP.pdf) [2015, 21 enero].
- Fotoperfecta (2, julio, 2013). El pato Buttercup vuelve a andar gracias a un pie 3D. Menéame. Disponible en <http://www.meneame.net/story/pato-buttercup-vuelve-andar-gracias-pie-3d>, [2013, 19 diciembre].
- Fuller, T. (1992). Stash. Storage, techniques for Art, Science and History Support System No. 2 for Small Taxidermy Mounts with Extended Leg Wires Solutions. Disponible en <http://stashc.com/the-publication/supports/rigid-supports/support-system-no-2-for-small-taxidermy-mounts-with-extended-leg-wires/>. [2014, 5 diciembre].
- García, I. (2009, 29 de mayo). Jornada técnica sobre iluminación en salas de exposiciones. Sistemas y equipos de iluminación en salas de exposiciones. Disponible en <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadernamel=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3D2.+Sistemas+y+equipamientos+de+iluminaci%C3%B3n.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1220509386425&ssbinary=true> [2015, 28 de marzo].
- Geller-Grimm, F. y Zenker, E. (1999, 10 de octubre). Bericht über die Restaurierung des Sumatranashorns (Dicerorhinus sumatrensis) am Museum Wiesbaden. Disponible en <http://www.geller-grimm.de/preparation/sumatra/>. [2014, 28 de septiembre].

- Hellier, C. (2010, 4 de octubre). The whale bone blog. Laser Cleaning. lunes 4 octubre, 2010. Disponible en <http://thewhaleboneblog.blogspot.com.es/2010/10/laser-cleaning-whilst-experimenting.html> [2014, 14 marzo].
- Julieta. (7, junio, 2011). Post Diferencia entre. La Diferencia Entre Ley Y Ética <http://www.diferenciaentre.net/la-diferencia-entre-ley-y-etica/>. [2015, 28 junio].
- Katun (2011). Catálogo 2010-2011. Productos accesorios. Disponible en <http://www.katun.com/eu/wp-content/uploads/2011/05/EAME-Catalog-FINAL-s.pdf> [2015, 17 agosto].
- Ledesma, S., Sedano, U., Pérez, S., Soler, J.A., Desplechin, H., Palao, M. (2006). Sistemas para la eliminación o reducción de barnices. Estudio de residuos. Protocolos de actuación. Disponible en [http://www.museothyssen.org/pdf/restauracion/proyectos\\_de\\_investigacion/sistemas Eliminacion\\_ES.pdf](http://www.museothyssen.org/pdf/restauracion/proyectos_de_investigacion/sistemas Eliminacion_ES.pdf) [2015, 9 agosto].
- Lenntech (s.f.). Efectos sobre la salud. Disponible en <http://www.lenntech.es/periodica/salud/efectos-salud.htm> [2014, 15 enero].
- Lenntech (s.f.). Efectos sobre la salud. Terminología de los efectos sobre la salud de los elementos y compuestos químicos. Disponible en <http://www.lenntech.es/periodica/salud/efectos-salud.htm> [2014, 13 diciembre].
- MedlinePlus, (2012). Resonancia magnética. Disponible en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003335.htm> [2014, 13 diciembre].
- Meechan, C. y Carter, J. (2007). National Museum Wales. Nature in glass The models of Leopold and Rudolf Blaschka. pp. 164-171. Disponible en <https://www.museumwales.ac.uk/media/3224/Blaschka%20conservation.pdf> [2015, 12 febrero]
- Miles Long, J. (21, febrero, 2014). Blog Horniman Museum. Ethical taxidermy: where do the animals come from?. Disponible en [http://www.horniman.ac.uk/get\\_involved/blog/category/animals](http://www.horniman.ac.uk/get_involved/blog/category/animals) consultado en 12/03/2014 [2014, 12 marzo]
- MNCN (2010). Noticias. Los dinosaurios vuelven al Museo. MNCN. [http://www.mncn.csic.es/Menu/Noticias\\_Dinosaurios/seccion=1224&idioma=es\\_ES&id=201012141032001&activo=12.do](http://www.mncn.csic.es/Menu/Noticias_Dinosaurios/seccion=1224&idioma=es_ES&id=201012141032001&activo=12.do) [2010, 14 diciembre]
- MNCN (s.f.). Exposiciones Permanentes. Almacén de aves y mamíferos. Disponible en [http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Permanentes\\_AlmacenVisitable/seccion=1182&idioma=es\\_ES&id=2010062411340001&activo=11.do](http://www.mncn.csic.es/Menu/Exposiciones/Permanentes_AlmacenVisitable/seccion=1182&idioma=es_ES&id=2010062411340001&activo=11.do) [2009, 13 diciembre]
- MNCN (s.f.). Servicio de apoyo a la investigación. Disponible en <http://www.mncn.csic.es>. [2013, 15 agosto]

- MNCN (s.f.). El Edificio. Breve historia del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Disponible en [http://www.mncn.csic.es/Menu/Elmuseo/Eledificio/seccion=1178&idioma=es\\_ES.do](http://www.mncn.csic.es/Menu/Elmuseo/Eledificio/seccion=1178&idioma=es_ES.do) [2014, 17 diciembre]
- MNCN (s.f.). Historia del Museo. Disponible en <http://www.mncn.csic.es/seccion=1177> [2014, 16 enero]
- MNCN. (s.f.). Historia del Museo. Fundación y primera época (1771-1808). Disponible en [http://www.mncn.csic.es/Menu/Elmuseo/Presentacinehistoria\\_Fundacion\\_y\\_primera\\_epoca/seccion=1177&idioma=es\\_ES&id=2010062816230001&activo=11.do](http://www.mncn.csic.es/Menu/Elmuseo/Presentacinehistoria_Fundacion_y_primera_epoca/seccion=1177&idioma=es_ES&id=2010062816230001&activo=11.do) [2015, 22 febrero]
- Museo del Prado. (s.f.). Fundación amigos del Museo del Prado. Enciclopedia. Cronología del Museo. 1785. Disponible en <https://www.museodelprado.es/index.php?id=904> [2013, 12 agosto]
- Musesplorando. Ippopotamo. (s.f.) Museo di Storia Naturale Firenze. Disponible en <http://www.musesplorando.it/OggettoZoologiaPage.jsp?id=10&idSezione=10> [2014, 17 diciembre]
- Naegle, D., Campbell - Randall Machinery. Leather finishing methods (s.f.). Disponible en <http://docslide.us/documents/leather-finishing-methods.html> [2015, 13 enero]
- National Leadership Grants for Museums Sample Application MG-30-13-0066-13 Project Category: Collections Stewardship American Museum of Natural History.
- Natural Hardware Sales (NHS) (s.f.). Webril. Disponible en <http://www.nhsmedia.com/kimwipes.htm#WEBRIL> [2015, 23 agosto]
- Natural-History-Conservation.com (s.f.). Cleaning, repairing and conserving a King Penguin for Worcester Museum. Disponible en <http://www.natural-history-conservation.com/penguin.htm> [2015, 9 julio].
- Natureduca (s.f.). Zoología: cordados. Los mamíferos - 3ª parte. Disponible en [http://www.natureduca.com/zoo\\_cordados\\_mamif3.php](http://www.natureduca.com/zoo_cordados_mamif3.php) [2011, 27 noviembre]
- NMNH, (2010). National Museum of Natural History (NMNH). NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY. STATEMENT ON PESTICIDE TREATMENTS National Museum of Natural History Department of Anthropology Statement on Potential Hazards (Inherent and Acquired) Associated with Collection Objects. (2010). Disponible en [http://anthropology.si.edu/cm/NMNH\\_Potential\\_Hazards\\_Disclosure\\_Statement\\_2010.pdf](http://anthropology.si.edu/cm/NMNH_Potential_Hazards_Disclosure_Statement_2010.pdf) esto es como un manual de la institución [2015, 20 agosto]
- Nowell, K. (2012). Comercio y conservación de especies Rinocerontes Evaluación del cuerno de rinoceronte como medicamento tradicional Informe preparado para la Secretaría de la CITES SC62 Doc. 47.2, Anexo (Rev. 2). Disponible en <https://cites.org/esp/com/sc/62/S62-47-02-A.pdf> [2015, 4 agosto]
- Nunan, E. (2014). Introducing the Recoloring Taxidermy Research Project by Elizabeth Nunan on 02/28/2014 11:23 am IMLS RECOLORING TAXIDERMY RESEARCH BLOG <http://www.amnh.org/our->



research/natural-science-collections-conservation/imls-recoloring-taxidermy-research-blog/introducing-the-recoloring-taxidermy-research-project 12-03-2014

- Nunan, E., Levinson, J. Elkin, L., Rogge, C., Sybalsky, J. y Pollak, B. (2012). In their true colors: developing new methods for recoloring faded taxidermy rats postprints. Disponible en <http://www.amnh.org/our-research/natural-science-collections-conservation/imls-recoloring-taxidermy-research-blog/introducing-the-recoloring-taxidermy-research-project> 12-03-2014 [2015, 13 enero]
- Oleart, P., Pou, R. Rabassó, J. y Sanz, P. (2011). *Guía práctica para la sustitución de agentes químicos en la industria por otros menos peligrosos*. Disponible en <http://www.aetox.es/guia-practica-para-la-sustitucion-de-agentes-quimicos-por-otros-menos-peligrosos>.
- Pearson, L. y Pearson, V. (2010). Shoulder mount Tahr. *Breakthrough*, 98, 90-94. esto puede ser un poster o una publicación
- Pérez Moreno, S. (2012) Algunos de los animales disecados más antiguos que se conservan. Disponible en <http://www.taxidermidades.com/2012/08/algunos-de-los-animales-disecados-mas.html> [2015, 14 febrero]
- Pérez Moreno, S. (2012b). Los gabinetes de curiosidades. Disponible en <http://www.taxidermidades.com/2012/09/los-gabinetes-de-curiosidades.html>. / [2015, 10 de enero]
- Pérez Moreno, S. (2013). Soler y Palaus, 111 de Taxidermia.. Disponible en <http://www.taxidermidades.com/2013/01/soler-y-palaus-ciento-once-anios-de-taxidermia.html>. [2015, 20 febrero]
- Pérez Moreno, S. (2015). Martha Maxwell, feminista, naturalista y taxidermista.. Disponible en <http://www.taxidermidades.com/2015/02/martha-maxwell-feminista-naturalista-y-taxidermista.html>. [2015, 24 febrero]
- Pérez Moreno, S. (s.f). Historia e historias del arte de la taxidermia. Disponible en <http://www.elciervo.com/historiasesp.htm> [2012, 7 diciembre]
- Pérez, S. (2012, 14 septiembre). Los gabinetes de Curiosidades. Catálogo Musaeum Francesco Calceorali que publicaron Benedicto Ceruti y Andrea Chiocco en 1622, Disponible en <http://www.taxidermidades.com/2012/09/los-gabinetes-de-curiosidades.html> [2013, 9 agosto].
- Petsclan. (28, diciembre, 2011). Pet care. Do pet birds need feather conditioners. Disponible en <http://www.petsclan.com/pet-birds-feather-conditioners.html>. [2014, 16 abril]
- Poliquin, R. (2007). Ravishing beasts Taxidermy Hermann Ploucquet & The Great Exhibition. Disponible en <http://www.ravishingbeasts.com/life-as-normal-or-not/2007/12/26/hermann-ploucquet-the-great-exhibition.html> [2015, 6 febrero]

- Productos de Conservación, (s.f.). Disponible en <http://www.productosdeconservacion.com/nueva/es/> [2015, 18 agosto]
- Puig-Samper, M.A. (s.f.) Sociedad gráfica española. Ciencia y nación. La comisión científica del Pacífico. Disponible en <http://www.sge.org/sociedad-geografica-espanola/publicaciones/boletines/numeros-publicados/boletin-no-22/ciencia-y-nacion-la-comision-cientifica-del-pacifico.html> [2015, 13 febrero]
- Revista mexicana de odontología, (2013). Tejidos dentarios. 2013. Disponible en <https://tejidosdentariosbesty.wordpress.com/page/2/>. [2015, 23 abril]
- Rinehardt, D. (2006) Professional Shoulder Mount Deer, Part 4 –Finishing. *Taxidermy Today*, November/December, 1-6.
- Rollo, G. (2012) Testing on mock-ups and on paintings of innovative polymeric gels for surface cleaning Disponible en <http://ceroart.revues.org/3224#tocto1n4> [2014, 03 marzo]
- Russo, (2011, 14 junio). INAH noticias. iINAH e INBA organizan coloquio internacional Dirección de Medios de Comunicación informa No. 187 Disponible en <http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/772677.html> [2012, 12 agosto]
- Schaefer, R. (2014). *Chemistry of Tanning*. Disponible en: <http://www.HeadsAboveTheRest.com>. [2010, 3 de octubre]
- SERPROSAN, (s.f.). Efecto residual. Residualidad o efecto residual de los insecticidas. Disponible en <http://www.serprosan.cl/page30.php> [2015, 28 agosto]
- Shugart, G. (s.f.). [AVECOL-L] When is a specimen not worth keeping? [Mensaje 3]. Mensaje dirigido a <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/AVECOL/RepairSkins.html> [2014, 17 mayo]
- Sirois, J. (2001). CCI Newsletter, No. 28, December 2001 Pesticide Residues in Museum Collections by Jane Sirois, Conservation Scientist, Analytical Research Laboratory. Disponible en <http://www.cci-icc.gc.ca/about-apropos/nb/nb28/pesticide-eng.aspx> [2015, 12 enero]
- SIT (2015). Embalajes de obras de arte. Consultado en agosto 2015. Disponible en <http://www.sitpain.com/servicios-obra-de-arte/embalajes/> [2015, 10 agosto]
- Smithsonian National Museum of American History (s.f.). Artificial Anatomy. Papier Maché Anatomical Models. Preservation. Examination by X-Ray. (s.f.) Smithsonian National Museum of American History. Disponible en [http://americanhistory.si.edu/anatomy/preservation/nma03\\_preser\\_xray.html](http://americanhistory.si.edu/anatomy/preservation/nma03_preser_xray.html) [2014, 19 diciembre]
- Styła, K. (2013). Niepełnosprawna kaczka otrzymała nogę wydrukowaną w 3D. Disponible en <http://humanoidy.com/2013/07/01/niepelnospawna-kaczka-otrzymala-noge-wydrukowana-w-3d/> [2013, 19 diciembre]

- Sybalsky, J. Elkin, L., Levinson, J., Nunan, E. y Palumbo, B. (2012). Innovation through Interdisciplinary Exchange: Restoration of the North American Mammal Habitat Dioramas, *Icom Natural History Collections Working Group Newsletter*, 17, pp. 8-14.
- Taxidermia Arte Ibérico (s.f.). Taxidermia Eduardo García.. Disponible en <http://www.taxidermiaarteiberico.com/qui%C3%A9nes-somos/historia-de-la-taxidermia/> [2015, 20 agosto].
- Taxidermia Garoz (s.f.) Disponible en "<http://www.garoz.com/>" [2015, 20 agosto]
- Taxidermia Garoz. (s.f.). Historia. Disponible en <http://www.garoz.com/taxidermia/> [2014, 8 octubre]
- The Getty Conservation Institute (2012) Museum Lighting Research. Microfadeometry (2012). The Getty Conservation Institute. Disponible en [http://www.getty.edu/conservation/our\\_projects/science/lighting/microfade.html](http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/lighting/microfade.html) [2015, 13 abril]
- Thomas, L. (1992). Stash. Storage, techniques for Art, Science and History. Support for Small Taxidermy Mounts Solutions. Disponible en <http://stashc.com/the-publication/supports/rigid-supports/support-for-small-taxidermy-mounts/>. [2014, 18 septiembre]
- Torres, I. (s.f.). [AVECOL-L] When is a specimen not worth keeping? [Mensaje 5]. Mensaje dirigido a <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/AVECOL/RepairSkins.html> [2014, 17 mayo]
- UCC+i FICYT, (s.f.) Un escáner de grafeno permitirá ver lo que ocultan las obras de arte. Consultado en diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.thecult.es/ciencia/un-escaner-de-grafeno-permitira-ver-lo-que-ocultan-las-obras-de-arte.html> [2014, 30 octubre]
- Valadés, J. (2015). Quelación con alimentos Cómo eliminar metales pesados naturalmente By José Valadés <http://remediosnaturales.about.com/od/Dietas-Y-Terapias/qt/Quelacion-Con-Alimentos.htm> [2013, 11 octubre]
- Valls Plana, L. (2010). El Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (1882-1917): popularización de las ciencias naturales dentro y fuera del museo. Disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-918.htm> [2015, 30 febrero]
- Vargas, R. (2012). Hilos y agujas de sutura. Disponible en <http://es.slideshare.net/RudyVargas/hilos-de-sutura> [2014, 03 septiembre]
- Violini Ponce, G. (s.f.) Taxidermia integral profesional. Qué es la taxidermia. Disponible en <http://violiniponce.tripod.com/id1.html> [2014, 12 octubre]
- Whiteley, C. (1993). Aspectos de la protección contra incendios de Inergen. Disponible en [http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1011624](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1011624) [2013, 30 noviembre]

- Yaffé, D. (s.f.). La química del color. [Dy]-SCience. Disponible en color<http://davychemistry.blogspot.com.es/p/la-quimica-del-color.html>. [2013, 21 octubre]
- Zoo Madrid (s.f.). Gaceta animal. Disponible en <http://blog.zoomadrid.com/ven-al-zoo-y-se-cuidador-por-un-dia/> [2015, 30 enero]

### **Formato audiovisual**

---

- (Barreiro, J., s.f.). El último lobo marsupial. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Ow-bA4M5jPo> [2015, 13, febrero]

### **Informes**

---

- Larco Química S.L. (2014). Informe de pruebas químicas sobre el alginato dental y su aplicación en la limpieza de plumas.